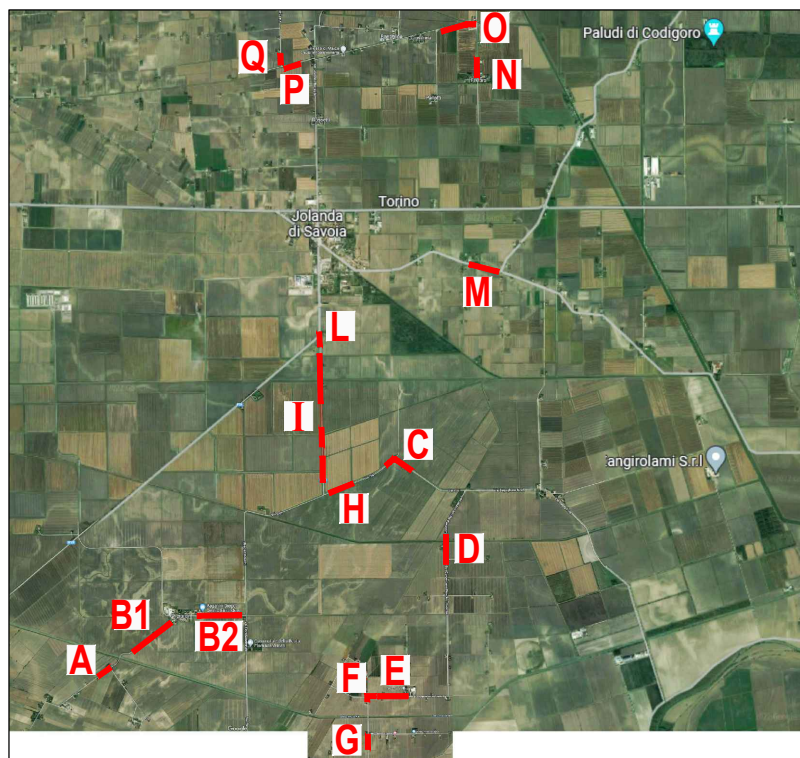


COMUNE DI JOLANDA DI SAVOIA  
PROVINCIA DI FERRARA

LAVORI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DI  
STRADE DEL TERRITORIO COMUNALE.  
CUP C97H1900015100001.

FINANZIATO DALL'UNIONE EUROPEA - NEXT GENERATION EU



## PROGETTO ESECUTIVO

OGGETTO ELABORATO:

DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE  
DEGLI ELEMENTI TECNICI

DATA DI EMISSIONE:  
AGOSTO 2022

AGGIORNAMENTI:

ELABORATO:

DISC

COMMITTENTE: COMUNE DI JOLANDA DI SAVOIA

PROGETTO: ING. STEFANO BELTRAMI

COLLABORAZIONE: ARCH. MATTEO AGNELITI

STUDIO DI INGEGNERIA BELTRAMI - C.SO ISONZO, 107/E 44121 FERRARA TEL/FAX +39 0532 762992 E-MAIL [ing.beltramistefano@libero.it](mailto:ing.beltramistefano@libero.it)

## CAPO XIII

### QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI

I materiali occorrenti per la costruzione delle opere d'arte proverranno da quelle località che l'Impresa riterrà di sua convenienza, purché ad insindacabile giudizio della D.L. siano riconosciuti della migliore qualità della specie e rispondano ai requisiti appresso indicati.

Quando la D.L. avrà rifiutata qualche provvista perché ritenuta a suo giudizio insindacabile non idonea ai lavori, l'Impresa dovrà sostituirla con altra che risponda ai requisiti voluti, ed i materiali rifiutati dovranno essere immediatamente allontanati dalla sede del lavoro o dai cantieri a cura e spese dell'Impresa.

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

**a) Acqua.** - L'acqua dovrà essere dolce, limpida e scevra da materie terrose, da cloruri e da solfati.

**b) Calce.** - Le calci aeree ed idrauliche dovranno rispondere ai requisiti di accettazione di cui alle norme vigenti. La calce grassa in zolle dovrà provenire da calcari puri, essere di recente e perfetta cottura, di colore uniforme, non bruciata, né vitrea, né pigra ad idratarsi ed infine di qualità tale che, mescolata con la sola quantità d'acqua dolce necessaria alla estinzione, si trasformi completamente in una pasta soda a grassello tenuissimo, senza lasciare residui maggiori del 5% dovuti a parti non bene decarburate, siliciose od altrimenti inerti.

**c) Leganti idraulici.** - Le calci idrauliche, i cementi e gli agglomeranti cementizi a rapida o lenta presa da impiegare per qualsiasi lavoro, dovranno corrispondere a tutte le particolari prescrizioni di accettazione di cui alla L. 2 maggio 1965, n. 595, e al D.M. 3 giugno 1968 come modificato dal D.M. 20 novembre 1984, nonché a quanto prescritto dal presente Capitolato speciale. Essi dovranno essere conservati in magazzini coperti su tavolati in legno ben riparati dall'umidità.

**d) Pozzolana.** - La pozzolana sarà ricavata da strati mondi da cappellaccio ed esente da sostanze eterogenee o di parti inerti; qualunque sia la sua provenienza dovrà rispondere a tutti i requisiti prescritti dal R.D. 16 novembre 1939, n. 2230. Per la misurazione, sia a peso che a volume, dovrà essere perfettamente asciutta.

**e) Ghiaia, pietrisco e sabbia.** - Le ghiaie, i pietrischi e le sabbie da impiegare nella formazione dei calcestruzzi dovranno corrispondere alle condizioni di accettazione considerate nelle norme di cui al R.D. 16 novembre 1939, nn. 2228 e 2229, nonché dal D.M. 9 gennaio 1996, Allegato 1. Le ghiaie ed i pietrischi dovranno essere costituiti da elementi omogenei derivanti da rocce resistenti il più possibile omogenee e non gelive; tra le ghiaie si escluderanno quelle contenenti elementi di scarsa resistenza meccanica, facilmente sfaldabili o rivestite da incrostazioni o gelive. La sabbia da impiegarsi nelle murature o nei calcestruzzi dovrà essere assolutamente scevra da materie terrose ed organiche e ben lavata. Dovrà essere preferibilmente di qualità silicea proveniente da rocce aventi alta resistenza alla compressione. Dovrà avere forma angolosa ed avere elementi di grossezza variabile da mm 1 a mm 5. L'accettabilità della sabbia dal punto di vista del contenuto di materie organiche verrà definita con i criteri indicati nell'Allegato 1 del D.M. 3 giugno 1968 sui requisiti di accettazione dei cementi. La granulometria degli aggregati litici per i conglomerati sarà prescritta dalla Direzione dei lavori in base alla destinazione, al dosaggio ed alle condizioni della messa in opera dei calcestruzzi. L'impresa dovrà garantire la costanza delle caratteristiche della granulometria per ogni lavoro. Per lavori di notevole importanza l'impresa dovrà disporre della serie dei vagli normali atti a consentire alla Direzione dei lavori i normali controlli. In linea di massima, per quanto riguarda la dimensione degli elementi dei pietrischi e delle ghiaie, questi dovranno essere da mm 40 a mm 71 (trattenuti dal crivello 40 U.N.I. e passanti da quello 71 U.N.I. n. 2334) per lavori correnti di fondazioni, elevazione, muri di sostegno: da mm 40 a mm 60 (trattenuti dal crivello 40 U.N.I., e passanti da quello 60 U.N.I. n. 2334) se si tratta di volti, di getti di un certo spessore; da mm 25 a mm 40 (trattenuti dal crivello 25 U.N.I. e passanti da quello 40 U.N.I. n. 2334) se si tratta di volti o getti di limitato spessore costituite da elementi omogenei derivati da rocce durissime di tipo costante, e di natura consimile fra loro, escludendosi quelle contenenti elementi di scarsa resistenza meccanica o sfaldabili facilmente, o gelive o rivestite di incrostazioni. Il pietrisco, il pietrischetto e la graniglia, secondo il tipo di massicciata da eseguire, dovranno provenire dalla spezzatura di rocce durissime, preferibilmente silicee, a struttura microcristallina, o calcari puri durissimi e di alta resistenza alla compressione, all'urto, alla abrasione, al gelo ed avranno spigolo vivo: e dovranno essere scevri di materie terrose, sabbia o comunque materie eterogenee. Sono escluse le rocce marnose. Dovranno corrispondere alle norme di cui al Fascicolo n. 4 - Ed. 1953 del CNR, mentre i ghiaietti per pavimentazione alla "Tabella U.N.I. 2710" ed giugno 1945.

Qualora la roccia provenga da cave nuove o non accreditate da esperienze specifiche di enti pubblici e che per natura o formazione non diano affidamento sulle sue caratteristiche, è necessario effettuare su campioni prelevati in cava, che siano significativi ai fini della coltivazione della cava, prove di compressione e di gelività. Quando non sia possibile ottenere il pietrisco da cave di roccia, potrà essere consentita per la formazione di esso la utilizzazione di massi sparsi in campagna o ricavabili da scavi, nonché di ciottoloni o di massi ricavabili da fiumi o torrenti sempreché siano provenienti da rocce di qualità idonea.

I materiali suindicati, le sabbie e gli additivi dovranno corrispondere alle norme di accettazione del fascicolo n. 4 ultima edizione, del Consiglio Nazionale delle Ricerche. Rispetto ai crivelli U.N.I. 2334, i pietrischi saranno quelli passanti dal crivello 71 U.N.I. e trattenuti dal crivello 25 U.N.I. I pietrischetti quelli passanti dal crivello 25 U.N.I. e trattenuti dal crivello 10 U.N.I. le graniglie quelle passanti dal crivello 10 U.N.I. e trattenute dallo staccio 2 U.N.I. 2332. Di norma si useranno le seguenti pezzature:

- 1) pietrisco da 40 a 71 mm ovvero da 40 a 60 mm se ordinato, per la costruzione di massicciate all'acqua cilindrate;
- 2) pietrisco da 25 a 40 mm (eccezionalmente da 15 a 30 mm granulometria non unificata) per la esecuzione di ricarichi di massicciate e per i materiali di costipamento di massicciate (mezzanello);
- 3) pietrischetto da 15 a 25 mm per esecuzione di ricarichi di massicciate per conglomerati bituminosi e per trattamenti con bitumi fluidi;
- 4) pietrischetto da 10 a 15 mm per trattamenti superficiali, penetrazioni, semipenetrazioni, e pietrischetti bitumati;
- 5) graniglia normale da 5 a 10 mm per trattamenti superficiali, tappeti bitumati, strato superiore di conglomerati bituminosi;
- 6) graniglia minuta da 2 a 5 mm di impiego eccezionale e previo specifico consenso della Direzione dei lavori per trattamenti superficiali; tale pezzatura di graniglia, ove richiesta, sarà invece usata per conglomerati bituminosi. Nella fornitura di aggregato grosso per ogni pezzatura sarà ammessa una percentuale in peso non superiore al 5% di elementi aventi dimensioni maggiori o minori di quelle corrispondenti ai limiti della prescelta pezzatura, purché, per altro, le dimensioni di tali elementi non superino il limite massimo o non siano oltre il 10% inferiori al limite minimo della pezzatura fissata. Gli aggregati grossi non dovranno essere di forma allungata o appiattita (lamellare).

**f) Terreni per sovrastrutture in materiali stabilizzati.** - Essi debbono identificarsi mediante la loro granulometria e i limiti di Atterberg, che determinano la percentuale di acqua in corrispondenza della quale il comportamento della frazione fina del terreno (passante al setaccio 0,42 mm n. 40 A.S.T.M.) passa da una fase solida ad una plastica (limite di plasticità L.P.) e da una fase plastica ad una fase liquida (limite di fluidità LL.) nonché dall'indice di plasticità (differenza fra il limite di fluidità LL. e il limite di plasticità L.P.). Tale indice, da stabilirsi in genere per raffronto con casi simili di strade già costruite con analoghi terreni, ha notevole importanza. Salvo più specifiche prescrizioni della Direzione dei lavori si potrà fare riferimento alle seguenti caratteristiche (Highway Research Board):

- 1) strati inferiori (fondazione): tipo miscela sabbia-argilla: dovrà interamente passare al setaccio 25 mm ed essere almeno passante per il 65% al setaccio n. 10 A.S.T.M.; il detto passante al n. 10 dovrà essere passante dal 55 al 90% al n. 20 A.S.T.M. e dal 35 al 70% passante al n. 40 A.S.T.M., dal 10 al 25% passante al n. 200 A.S.T.M.;
- 2) strati inferiori (fondazione): tipo di miscela ghiaia o pietrisco, sabbia ed argilla: dovrà essere interamente passante al setaccio da 71 mm; ed essere almeno passante per il 50% al setaccio da 10 mm dal 25 al 50% al setaccio n. 4, dal 20 al 40% al setaccio n. 10, dal 10 al 25% al setaccio n. 40, dal 3 al 10% al setaccio n. 200;
- 3) negli strati di fondazione, di cui ai precedenti paragrafi 1) e 2), l'indice di plasticità non deve essere superiore a 6, il limite di fluidità non deve superare 25 e la frazione passante al setaccio n. 200 A.S.T.M. deve essere preferibilmente la metà di quella passante al setaccio n. 40 e in ogni caso non deve superare i due terzi di essa;
- 4) strato superiore della sovrastruttura: tipo della miscela sabbia-argilla: valgono le stesse condizioni granulometriche di cui al punto 1);
- 5) strato superiore della sovrastruttura: tipo della miscela ghiaia o pietrisco, sabbia ed argilla: deve essere interamente passante dal setaccio da 25 mm ed almeno il 65% al setaccio da 10 mm dal 55 all'85% al setaccio n. 4, dal 40 al 70% al setaccio n. 10, dal 25 al 45% al setaccio n. 40, dal 10 al 25% al setaccio n. 200;
- 6) negli strati superiori 4) e 5) l'indice di plasticità non deve essere superiore a 9 né inferiore a 4, il limite di fluidità non deve superare 35; la frazione di passante al setaccio n. 200 deve essere inferiore ai due terzi della frazione passante al n. 40. Inoltre è opportuno controllare le caratteristiche meccaniche delle miscele con la prova C.B.R. (California bearing ratio) che esprime la portanza della miscela sotto un pistone cilindrico di due pollici di diametro, con approfondimento di 2,5 ovvero 5 mm in rapporto alla corrispondente portanza di una miscela tipo. In linea di massima il C.B.R. del materiale, costipato alla densità massima e saturato con acqua

dopo 4 giorni di immersione, e sottoposto ad un sovraccarico di 9 kg dovrà risultare, per gli strati inferiori, non inferiore a 30 e per i materiali degli strati superiori non inferiore a 70. Durante la immersione in acqua non si dovranno avere rigonfiamenti superiori allo 0,5 per cento.

**g) Detrito di cava o tout venant di cava o di frantoio.** - Quando per gli strati di fondazione della sovrastruttura stradale sia disposto di impiegare detriti di cava, il materiale deve essere in ogni caso non suscettibile all'azione dell'acqua (non solubile, non plasticizzabile) ed avere un potere portante C.B.R. (rapporto portante californiano) di almeno 40 allo stato saturo. Dal punto di vista granulometrico non sono necessarie prescrizioni specifiche per i materiali teneri (tufi, arenarie) in quanto la loro granulometria si modifica e si adegua durante la cilindratura; per materiali duri la granulometria dovrà essere assortita in modo da realizzare una minima percentuale dei vuoti: di norma la dimensione massima degli aggregati non deve superare i 10 centimetri. Per gli strati superiori si farà uso di materiali lapidei più duri tali da assicurare un C.B.R. saturo di almeno 80; la granulometria dovrà essere tale da dare la minima percentuale di vuoti; il potere legante del materiale non dovrà essere inferiore a 30; la dimensione massima degli aggregati non dovrà superare i 6 centimetri.

**h) Materiali ferrosi.** - I materiali ferrosi da impiegare nei lavori dovranno essere esenti da scorie, soffiature, breccie, paglie o da qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura, fucinatura e simili. Essi dovranno rispondere a tutte le condizioni previste nel D.M. 29 febbraio 1908, modificate dal R.D. 15 luglio 1925 e dalle norme U.N.I., e presentare inoltre, a seconda della loro qualità, i seguenti requisiti:

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

2° Acciaio per cemento armato. - L'acciaio impiegato nelle strutture in conglomerato cementizio armato dovrà rispondere alle prescrizioni di cui alle NTC. 2008, nonché alle prescrizioni di cui agli allegati della circolare applicativa. Il Direttore dei lavori, a suo insindacabile giudizio, effettuerà i controlli in cantiere a norma di legge.

**i) Legname.** - I legnami, da impiegare in opere stabili o provvisorie, di qualunque essenza essi siano, dovranno rispondere a tutte le prescrizioni di cui al D.M. 30 ottobre 1912, saranno provveduti fra le più scelte qualità della categoria prescritta e non presenteranno difetti incompatibili con l'uso cui sono destinati. Il legname si distinguerà, secondo le essenze e la resistenza di cui è dotato, in dolce e forte: si riterranno dolci il pioppo, l'ontano, l'abete, il pino nostrano, il tiglio, il platano, il salice, l'acero; mentre si riterranno forti la quercia, il noce, il frassino, l'olmo, il cipresso, il castagno, il larice, il pino svedese, il faggio.

Il tavolame dovrà essere ricavato dalle travi più dritte, affinché le fibre non riescano mozzate alla sega e si ritirino nelle connessioni.

I legnami rotondi o pali dovranno provenire dal vero tronco dell'albero e non dai rami, sufficientemente dritti, in modo che la congiungente i centri delle due basi non debba uscire in alcun punto del palo; dovranno essere scortecciati per tutta la loro lunghezza e conguagliati alla superficie; la differenza fra i diametri medi delle estremità non dovrà oltrepassare i 15 millesimi della lunghezza, né il quarto del maggiore dei 2 diametri.

Nei legnami grossolanamente squadrati ed a spigolo smussato, tutte le facce dovranno essere spianate e senza scarniture, tollerandosene l'alburno o lo smusso in misura non maggiore di un sesto del lato della sezione trasversale.

I legnami a spigolo vivo dovranno essere lavorati e squadrati a sega con le diverse facce esattamente spianate, senza rientranze o risalti, e con gli spigoli tirati a filo vivo, senza l'alburno, né smussi di sorta. I legnami composti avranno le seguenti caratteristiche:

**l) Bitumi.** - Debbono soddisfare alle "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali" di cui "Fascicolo n.2 del Consiglio Nazionale delle Ricerche", edizione 1978.

**m) Bitumi liquidi.** - Debbono soddisfare alle "Norme per l'accettazione dei bitumi liquidi per usi stradali" di cui "Fascicolo n.7 del Consiglio Nazionale delle Ricerche", edizione 1957. Per i trattamenti a caldo si usano i tipi BL 150/300 e BL 350/700 a seconda della stagione e del clima.

**n) Emulsioni bituminose.** - Debbono soddisfare alle "Norme per l'accettazione delle emulsioni bituminose per usi stradali" di cui "Fascicolo n.3 del Consiglio Nazionale delle Ricerche", ultima edizione.

**o) Polvere asfaltica.** - Deve soddisfare alle "Norme per l'accettazione delle polveri di rocce asfaltiche per pavimentazioni stradali" di cui "Fascicolo n.6" del Consiglio Nazionale delle Ricerche", ultima edizione.

**p) Impermeabilizzazioni.** - I materiali impiegati dovranno essere conformi alle norme U.N.I. ed avere le seguenti caratteristiche.

1° Mastice di rocce asfaltiche e mastice di asfalto sintetico per la preparazione delle malte asfaltiche e degli asfalti colati. - I bitumi da spalmatura impiegati avranno di norma le caratteristiche seguenti o altre qualitativamente equivalenti:

Le eventuali verifiche e prove saranno eseguite con i criteri di cui alle norme U.N.I. 4377-59 e seguenti. Le membrane, le guaine e in genere i prodotti prefabbricati per impermeabilizzazioni e coperture continue e relativi strati e trattamenti ad esse contigui e funzionali di cui appresso dovranno rispondere alle norme U.N.I. 8202/1-35 ediz. 1981-88, U.N.I. 8629/1-6 ediz. 1984-89, U.N.I. 8818-86, U.N.I. 8898/1-7 ediz. 1987-88, U.N.I. 9168-87, U.N.I. 9307-88 ed U.N.I. 9380-89.

2° Cartefeltro. - Questi materiali avranno di norma le caratteristiche seguenti o altre qualitativamente equivalenti:

3° Cartonfeltro bitumato cilindrato. - E' costituito di cartafeltro impregnata a saturazione di bitume in bagno a temperatura controllata. Esso avrà di norma le caratteristiche seguenti od altre qualitativamente equivalenti:

La cartafeltro impiegata deve risultare uniformemente impregnata di bitume; lo strato di rivestimento bituminoso deve avere spessore uniforme ed essere privo di bolle; il velo di protezione deve inoltre rimanere in superficie ed essere facilmente asportabile; le superfici debbono essere piane, lisce, prive di tagli, buchi ed altre irregolarità.

5° Membrana bitumata biarmata. - Le membrane per impermeabilizzazione monostrato saranno composte da bitume distillato modificato con polimeri plastoelastomerici di sintesi ad elevato peso molecolare, a doppia armatura: principale, in nontessuto di poliestere a filo continuo per agugliatura, resistente al punzonamento; e secondaria, in velo di vetro, che conferisce stabilità dimensionale. La superficie superiore sarà protetta con materiale antiaderente costituito da talco se non è prescritta l'esposizione agli agenti atmosferici, oppure da graniglia se è prevista l'esposizione all'esterno. Le principali caratteristiche saranno le seguenti:

carico di rottura minimo 70N/5 cm; allungamento minimo 40%; flessibilità a freddo, nessuna lesione a -20 °C; punzonamento statico PS4; punzonamento dinamico PD3.

6° Guaina antiradice. - Si prescrive una specifica capacità di resistere all'azione di penetrazione meccanica e disagratrice delle radici, dei microrganismi e dei batteri viventi nel terreno della vegetazione di qualsiasi specie, conferita da sostanze bio-stabilizzatrici presenti nella miscela del componente principale della guaina stessa. Per quanto riguarda il componente principale il Direttore dei lavori potrà prescrivere uno dei seguenti:

- a) guaina in PVC plastificato in monostrato, armato con velo di vetro e spalmato sulle due facce del velo stesso;
- b) guaina multistrato di bitume polipropilene su supporto di nontessuto in poliestere a filo continuo. Inoltre risponderanno alle norme U.N.I. 8202-24.

#### **q) Materiali per applicazioni geologiche e pedologiche.**

1° Nontessuti. - Il telo sarà in fibre di polipropilene o poliestere a filo continuo, ottenuto per agugliatura ad alta temperatura e senza colanti, e avrà le seguenti caratteristiche: coefficiente di permeabilità per filtrazione trasversale compreso tra 10<sup>-3</sup> e 10<sup>-1</sup> cm/sec: resistenza a trazione di una striscia di 5 cm di lato maggiore di 30 kg se per impieghi drenanti, mentre per impieghi portanti di pavimentazioni o rilevati tale valore potrà essere richiesto dalla Direzione dei lavori non minore di 50 oppure 75 kg. Per determinare peso e spessore si seguiranno le norme di cui ai B.U.-C.N.R. n. 110 del 23/12/1985 e n. 111 del 24/11/1985, e le norme U.N.I. 4818, 5114, 5111, 5121, 5419, U.N.I. 8279/1-16 ediz. 1981-87, U.N.I. 8639-84, 8727-85, 8986-87.

2° Geogriglie. - La griglia a rete di tipo laminare e monorientata sarà ottenuta per estrusione e stiratura, con polimeri HDPE, inattaccabile dagli agenti atmosferici, indeformabile, inalterabile, trattata con additivi anti raggi ultravioletti. Resistenza alla trazione longitudinale minima di 35 kN/m se per impieghi portanti in sottofondi o rilevati stradali; allungamento alla massima trazione longitudinale non superiore al 15%; interasse delle maglie max cm 15 longitudinale e cm 2 trasversale. Si seguiranno le norme A.S.T.M. D-792, A.S.T.M. C-293-79.

3° Georeti. - La rete in juta sarà costituita da fibre biodegradabili naturali (circa 85% cellulosa e 15% lignina) ottenute per macerazione, cardatura, filatura e tessitura, con diametro dei fili mm 4, maglia mm 20315, peso 500 gr/mq, resistenza a trazione 8-15 kN/m, resistenza al calore per il tipo trattato con 0,3- 0,6% di oli minerali circa 190 °C.

## **r) Materiali diversi.**

1° Additivi per calcestruzzi e malte. - L'impiego degli additivi negli impasti dovrà essere sempre autorizzato dal Direttore dei lavori, in conseguenza delle effettive necessità, relativamente alle esigenze della messa in opera, o della stagionatura, o della durabilità. Dovranno essere conformi alle norme U.N.I. 7101-72 e successive, e saranno del tipo seguente: fluidificanti; aeranti; ritardanti; acceleranti; fluidificanti-aeranti; fluidificanti-ritardanti; fluidificanti-acceleranti; antigelo; superfluidificanti. Per speciali esigenze di impermeabilità del calcestruzzo, o per la messa in opera in ambienti particolarmente aggressivi, potrà essere ordinato dal Direttore dei lavori l'impiego di additivi reoplastici. Per conferire idrorepellenza alle superfici dei calcestruzzi o delle malte già messi in opera si potranno impiegare appositi prodotti.

2° Colori e vernici. I materiali nelle opere da pittore dovranno essere sempre della migliore qualità. In particolare:

Olio di lino cotto: L'olio di lino cotto sarà ben depurato, il colore assai chiaro e perfettamente limpido di odore forte e amarissimo al gusto, scevro da adulterazioni con olio minerale, olio di pesce, ecc...

Non dovrà lasciare alcun deposito né essere rancido, e disteso sopra una lastra di vetro o di metallo dovrà essiccare completamente nell'intervallo di 24 ore. Avrà acidità nella misura del 7% impurità non superiore all'1% ed alla temperatura di 150C. presenterà una densità compresa fra 0,91 e 0,93.

Acqua ragia (Essenza di trementina): Dovrà essere limpida, incolore, di odore gradevole e velatissima. La sua densità a 150C., sarà di 0,87.

Bianca: La bianca o cerussa (carbonato basico di piombo) deve essere pura, senza miscele di sorta e priva di qualsiasi traccia di solfato di bario.

Minio: Il minio sia piombo (sesquiossido di piombo) che di alluminio (ossido di alluminio) dovrà essere costituito da polvere finissima e non contenente colori derivanti dall'anilina, né oltre il 10% di sostanze estranee (solfato di bario, ecc..).

## **s) materiale per opere di segnaletica stradale**

### **s.1) segnaletica verticale**

#### **s.1.1) cartelli stradali**

Tutto il materiale dovrà essere delle migliori qualità presente in commercio, senza difetti ed in ogni caso con qualità e pregi uguali o superiori a quanto è prescritto nel presente capitolato, dal progetto e dalle disposizioni vigenti. S'intende che la provenienza sarà liberamente scelta dall'Impresa, purché a giudizio insindacabile della D.L., i materiali siano riconosciuti accettabili.

L'impresa è obbligata a notificare, in tempo utile, alla Direzione dei Lavori, la provenienza dei materiali per il regolare prelevamento dei relativi campioni.

L'Impresa dovrà sostituire a sua cura e spese, con altri rispondenti ai requisiti prescritti i cartelli non ritenuti conformi dalla Direzione dei Lavori e gli stessi dovranno essere immediatamente allontanati dal cantiere a cura e spese dell'Impresa.

L'approvazione dei materiali consegnati sul posto, non sarà tuttavia considerata come accettazione definitiva; La Direzione dei Lavori si riserva infatti la facoltà di rifiutare, in qualsiasi momento, quei materiali e quelle provviste che si siano, per qualsiasi causa, alterati dopo l'introduzione sul cantiere, nonché il diritto di farli analizzare a cura e spese dell'Impresa, per accertare la loro corrispondenza con i requisiti specificati nel presente capitolato e dalle Norme vigenti.

In ogni caso l'Impresa, pur avendo ottenuto l'approvazione dei materiali dalla Direzione dei Lavori, resta totalmente responsabile della buona riuscita delle opere.

In particolare tutta la segnaletica verticale dovrà essere rigorosamente conforme ai tipi, dimensioni e misure prescritte dal DPR 495 del 16/12/1992 (Regolamento di Esecuzione del Nuovo Codice della Strada).

L'Impresa appaltatrice dovrà presentare prima dell'inizio della posa in opera dei segnali campioni rappresentativi della fornitura a garanzia della conformità dei campioni stessi alle norme prescritte.

Si fa inoltre presente che questa Amministrazione in ottemperanza ai punti 1 e 2 del Disciplinare approvato dal D.M. 23/06/1990 intende disporre dei certificati di conformità del produttore della pellicola retrorifrangente che verrà impiegata per la formazione dei segnali.

Pertanto l'Impresa, prima dell'inizio della posa in opera della segnaletica dovrà inviare tale documentazione.

In mancanza della suddetta certificazione non potrà darsi inizio alla posa in opera dei segnali.

#### **s.1.2) pellicole**

Sulla faccia a vista dei supporti metallici, preparati e verniciati, come al precedente punto A, dovranno essere applicate pellicole retroriflettenti a normale efficienza "classe 1" o ad elevata efficienza "Classe 2", aventi le caratteristiche di cui al disciplinare tecnico approvato con D.M. 23/06/1990.

Inoltre mediante esami specifici espressamente citati nel relativo certificato di conformità, dovrà essere comprovato che il marchio di individuazione delle pellicole retroriflettenti di classe 1 sia effettivamente integrato con la struttura interna del materiale, inasportabile e perfettamente visibile dopo la prova di invecchiamento accelerato strumentale.

Sui triangoli e sui dischi della segnaletica di pericolo e di prescrizione, la pellicola retroriflettente dovrà costituire un rivestimento continuo di tutta la faccia utile del cartello, nome convenzionale "a pezzo unico", intendendo definire con questa denominazione un pezzo intero di pellicola, stampato mediante metodo serigrafico con speciali paste trasparenti per le parti colorate e nere opache per i simboli.

La stampa dovrà essere effettuata con i prodotti ed i metodi prescritti dal fabbricante della pellicola retroriflettente e dovrà mantenere inalterate le proprie caratteristiche per un periodo di tempo pari a quello garantito per la durata della pellicola retroriflettente.

Per i segnali di indicazione il codice colori, la composizione, la simbologia, i caratteri alfabetici componenti le istruzioni devono rispondere alle prescrizioni contenute nel DPR 495 del 16/12/1992 (Regolamento al Nuovo Codice della Strada).

L'Impresa dovrà presentare certificati di garanzia del produttore della pellicola retroriflettente relativamente alla durata del prodotto, per tutto il periodo di vita utile, secondo quanto specificato nel D.M. 23/06/1990 e del Disciplinare Tecnico pubblicato nella Gazzetta n. 162 del 13/07/90.

#### s.1.3)- Materiale elasto-plastico

Il materiale in laminato elasto-plastico per segnaletica stradale orizzontale, che sarà fornito in rotoli di diverse altezze, nei colori bianco, o giallo, nonché in lettere per diciture a terra e frecce nelle varie misure, dovrà essere elastico, resistente agli urti all'azione del freddo e del caldo, alle dilatazioni e ai movimenti del fondo stradale e plastico perché automodellante alla conformazione del fondo, non si dovrà spaccare né crepare in superficie per rigidità o scarsa adesione; deve essere idoneo alla sua applicazione sulla pavimentazione stradale con collante a due componenti, il fissa polvere e l'avvitatore.

#### s.1.4) Catarifrangente

Il catarifrangente dovrà rispondere a tutte le caratteristiche prescritte dalle vigenti norme per rifrangere la luce proiettata dai fari degli autoveicoli-

-Caratteristiche costruttive dei segnali e sostegni.

I segnali saranno costruiti in lamiera di ferro di prima scelta dello spessore non inferiore a 10/10 di mm. o di lamiera di alluminio semicrudo puro al 99% dello spessore non inferiore a 25/10 di mm. Ogni segnale dovrà essere rinforzato lungo il suo perimetro con una bordatura di irrigidimento realizzata a scatola oppure, secondo le dimensioni del cartello, mediante opportuni profilati saldati posteriormente. Qualora le dimensioni dei segnali superino la superficie di mq. 1,25 i cartelli dovranno essere ulteriormente rinforzati con traverse di irrigidimento saldate secondo le mediane o le diagonali.

Qualora infine i segnali siano costituiti da due o più pannelli contigui questi devono essere perfettamente accostati mediante angolari, in metallo resistente alla corrosione, opportunamente forati e muniti di un sufficiente numero di bulloni zincati. La lamiera di ferro dovrà essere prima decapata e quindi fosfatizzata mediante procedimento di bonderizzazione per ottenere sulle superfici della lamiera uno strato di cristalli salini protettivi e ancoranti per la successiva verniciatura.

La lamiera di alluminio dovrà essere resa scabra mediante carteggiatura, sgrassatura a fondo e quindi sottoposta a procedimento di fosfocromatazione o analogo procedimento di pari affidabilità su tutte le superfici.

I segnali di indicazione, direzione e pannelli integrativi potranno, a discrezione della D.L. essere realizzati in alluminio dello spessore non inferiore a 25/10, mediante profili ottenuti per estrusione con tutte le caratteristiche riportate nell'elenco prezzi.

Il materiale grezzo dopo aver subito i suddetti processi di preparazione dovrà essere verniciato a fuoco con opportuni prodotti, secondo il tipo di metallo e la cottura a forno dovrà raggiungere una temperatura di 140°. Il retro e la scatolatura dei cartelli verrà rifinito in colore grigio neutro con speciale smalto sintetico.

Tutti i segnali dovranno, comunque, essere conformi per forma, misure e tipologia e pellicola retroriflettenti a quanto previsto dal già citato Decreto Ministeriale n.156 del 27.4.90 e del disciplinare tecnico pubblicato sulla gazzetta N.162 DEL 13.07.1990.

Le pellicole rifrangenti dovranno essere applicate su supporti metallici mediante apposita apparecchiatura che sfrutti l'azione combinata della depressione e del calore, e comunque l'applicazione dovrà essere eseguita a perfetta regola d'arte secondo le prescrizioni della ditta produttrice delle pellicole. Ad evitare foratura, tutti i segnali dovranno essere muniti di attacco standard (adatto a sostegni in ferro tubolari del diam. mm.60) e staffe in acciaio zincato. I sostegni saranno in ferro del tipo tubolare del diam. 60 mm o ad arco nelle misure idonee al segnale; potranno essere forniti o messi in opera, a richiesta della D.L., sia sostegni trattati previa fosfatizzazione del grezzo con una mano di antiruggine e due mani di vernice a smalto colore grigio, sia sostegni trattati con idonea zincatura a caldo.

Sul retro dei cartelli dovrà essere scritto il nome dell'ente proprietario della strada, il nome del fabbricante nonché l'anno di installazione del cartello.

Per i segnali di prescrizione devono inoltre essere riportati gli estremi dell'ordinanza di apposizione.

Il complesso di tali iscrizioni non deve occupare una superficie maggiore di cmq.200 secondo quanto disposto dal Regolamento di esecuzione e D.M. n. 156 del 27.4.90.

s.2) segnaletica orizzontale

x.2.1) caratteristiche generali della vernice spartitraffico rifrangente

La vernice deve essere del tipo rifrangente premiscelata e cioè contenere sfere di vetro mescolate durante il processo di fabbricazione, così che, dopo l'essiccamento e successiva esposizione delle sfere di vetro, dovuta all'usura dello strato superficiale di vernice stesa sulla pavimentazione stradale, la striscia orizzontale dello spartitraffico svolga effettivamente efficiente funzione di guida nelle ore notturne agli autoveicoli sotto l'azione della luce dei fari.

Deve essere già pronta per l'uso ad eccezione di minima diluizione col solvente indicato dalla Ditta, di consistenza adatta per lo spruzzo ed idonea come guida rifrangente di traffico su pavimentazioni stradali.

L'Impresa rimetterà descrizione impegnativa delle caratteristiche della vernice rifrangente.

s.2.2) condizioni di stabilità

Per la vernice rifrangente il pigmento colorante sarà costituito da biossido di titanio. Il veicolo, o liquido portante, deve essere del tipo oleo resinoso con parte resinosa sintetica con rapporto olio resina di 1 e 4. Il fornitore dovrà indicare i solventi contenuti nella vernice. La vernice dovrà essere omogenea, ben macinata e di consistenza liscia ed uniforme, non dovrà fare crosta né diventare gelatinosa od ispessirsi.

La vernice non dovrà assorbire grassi, olii ed altre sostanze tali da causare la formazione di macchie di nessun tipo e la sua composizione chimica dovrà essere tale che, anche durante i mesi estivi, applicata su pavimentazioni bituminose, non dovrà presentare traccia di inquinamento da sostanze bituminose. Il potere coprente della vernice dovrà essere compreso tra 1,2 e 1,5 mq./Kg. (Federal Test Method Standards n.141 method 4121: applicando uno spessore di film umido di 300 micron su un supporto a bande bianche e nere, il rapporto di contrasto non deve risultare inferiore a 0,98). Il peso specifico della vernice non dovrà essere inferiore a Kg. 1,50 per litro a 25°C. (ASTM-D 1475).

s.2.3) caratteristiche delle sfere di vetro

Le sfere di vetro dovranno essere trasparenti, prive di lattiginosità e di bolle d'aria di diametro maggiore del raggio delle sfere stesse, di forma sferica, e non saldate insieme per almeno il 90% del peso totale.

L'indice di rifrazione non dovrà essere inferiore al 1,50 usando per la determinazione il metodo dell'immersione con luce al tungsteno. Le sfere di vetro dovranno resistere all'acqua, agli acidi ed al cloruro di calcio in soluzione.

La percentuale in peso delle sfere contenute in ogni Kg. di vernice premiscelata dovrà essere compresa fra il 30 e il 35%.

Le sfere di vetro (premiscelate) dovranno soddisfare complessivamente alle seguenti caratteristiche di granulometria:

s.2.4) idoneità di applicazione

La vernice dovrà essere adatta per essere applicata sulla pavimentazione stradale con le normali macchine spruzzatrici e dovrà produrre una linea consistente, piena ed uniforme, della larghezza richiesta. Potrà essere consentita l'aggiunta di piccole quantità di diluente fino al massimo del 5% in peso (6% in peso nel periodo invernale data la notevole viscosità della vernice alle basse temperature) e comunque la percentuale indicata dalla ditta fornitrice di cui all'art. 6.

s.2.5) tempo di essiccamento

La vernice, quando applicata a mezzo delle normali macchine, spruzzatrici sulla superficie di una pavimentazione bituminosa, in condizioni normali, nella quantità di Kg. 0,100 per ml. di striscia larga cm 12 o Kg 0,125 per ml di striscia larga cm 15 ed alla temperatura dell'aria compresa tra 15°C. e 40°C. e umidità relativa non superiore al 70%, dovrà asciugarsi sufficientemente entro 60 minuti dall'applicazione, trascorso tale periodo di tempo la vernice non dovrà staccarsi, deformarsi o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito.

s.2.6) viscosità

La vernice, nello stato in cui viene consegnata, dovrà avere una consistenza tale da poter essere agevolmente spruzzata con le macchine traccialinee; tale consistenza, misurata allo

Stormer Viscosimeter a 25°C., espressa in unità Krebs sarà compresa fra 70 e 90 (ASTM-D 562).

s.2.7) colore

La vernice dovrà essere conforme al bianco richiesto. La determinazione del colore sarà fatta in laboratorio dopo l'essiccamento della stessa per 24 ore. La vernice non dovrà contenere alcun elemento colorante organico e non dovrà scolorire al sole. Quella bianca dovrà possedere un fattore di riflessione pari almeno al 75%, accertato mediante opportuna attrezzatura. Il colore dovrà conservarsi nel tempo, dopo l'applicazione e l'accertamento di tale conservazione, che potrà essere richiesto dalla Stazione appaltante nel tempo di validità del contratto e dovrà determinarsi con opportuno metodo di Laboratorio.

s.2.8) residuo non volatile totale

Il residuo non volatile sarà compreso fra il 65% ed il 75% in peso.

s.2.9) contenuto del pigmento

Il contenuto in biossido di titanio non dovrà essere inferiore al 12% in peso.

s.2.10) resistenza ai lubrificanti e carburanti

La pittura dovrà resistere all'azione di lubrificanti e carburanti di ogni tipo e risultare insolubile ed inattaccabile alla loro azione.

s.2.11) prove di rugosità su strada

Le prove di rugosità dovranno essere eseguite su stese nuove, in un periodo tra il 10° e il 30° giorno dell'inizio del traffico sulla strada interessata.

Le misure saranno effettuate con apparecchio SKID tester ed il coefficiente ottenuto secondo le modalità d'uso previsto dal R.R.L. inglese, non dovrà abbassarsi al di sotto del 60% di quello che presenta la pavimentazione non verniciata nelle immediate vicinanze della zona ricoperta con pittura; in ogni caso il valore assoluto non dovrà essere minore di 35 (trentacinque).

s.2.12) certificato di origine della vernice e tolleranze ammesse

L'impiego di vernice effettuato, a fronte del presente Capitolato, dovrà essere accompagnato da una dichiarazione delle seguenti caratteristiche rilasciata dal produttore:

- a) peso per litro a 25°C.
- b) tempo di essiccazione.
- c) viscosità.
- d) percentuale di pigmento.
- e) percentuale di non volatile.
- f) peso del biossido di titanio per litro di vernice bianca .
- g) percentuale in peso delle sfere di vetro, gradazione e percentuale di sfere rotonde.
  - h) tipo, quantità di solvente da usarsi per diluire nell'impiego della vernice, e ogni altro requisito tecnico descritto nei precedenti articoli.

Per le varie caratteristiche sono ammesse le seguenti tolleranze massime, superate le quali, la vernice verrà rifiutata:

- a) peso per litro: kg. 0.03 in più od in meno di quanto indicati nell'art. 6, paragrafo b) ultimo capoverso;
- b) viscosità: intervallo di 5 unità krebs rispetto al valore dichiarato dal venditore nella dichiarazione delle caratteristiche, il quale valore dovrà essere peraltro compreso entro i limiti indicati nell'art. 6, paragrafo f).

Nessuna tolleranza è invece ammessa per i requisiti prescritti per il tempo di essiccazione, la percentuale di sfere di vetro, il residuo volatile ed il contenuto di pigmento.

Esecuzione delle prove sui materiali per segnaletica stradale

La Direzione dei Lavori si riserva la facoltà di far eseguire a spese dell'Impresa prove di qualsiasi genere presso riconosciuti Istituti specializzati, competenti ed autorizzati, allo scopo di conoscere la qualità e la resistenza dei materiali impiegati e ciò anche dopo la provvista a piè d'opera, senza che l'Impresa possa avanzare diritti e compensi per questo titolo.

Qualora dalle analisi e dalle prove fatte eseguire dalla Direzione dei Lavori si abbiano risultati non rispondenti alle prescrizioni, l'Impresa è tenuta a sostituire nel minor tempo possibile, a proprie cura e spese, tutto il materiale che, non dovesse risultare conforme alle prescrizioni richieste.

In correlazione a quanto sopra prescritto circa la qualità e le caratteristiche dei materiali, per la loro accettazione, la ditta sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo alle prove su tutti i materiali forniti sottostando a tutte le spese di laboratorio che si rendessero necessarie.

## **CAPO XIV**

### **NORME PER L'ESECUZIONE DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO**

#### **A) FORMAZIONE DEL CORPO STRADALE E RELATIVE PERTINENZE, MOVIMENTO DI MATERIE.**

##### **3.1. TRACCIAMENTI**

Prima di porre mano ai lavori di sterro, riporto, o demolizioni l'Impresa è obbligata ad eseguire la picchettazione completa del lavoro, in modo che risultino indicati gli allineamenti dei manufatti progettuali, i limiti degli scavi o dei riporti in base alla larghezza del piano stradale, alla inclinazione delle scarpate, alla formazione delle cunette. A suo tempo dovrà pure stabilire, su indicazione della D.L., le modine o le garbe necessarie a determinare con precisione l'andamento delle scarpate tanto degli sterri che dei rilevati, curandone poi la conservazione e rimettendo quelli manomessi durante l'esecuzione dei lavori.

L'Impresa dovrà pure procedere al tracciamento delle opere murarie, con l'obbligo della conservazione dei picchetti, ed, eventualmente, delle modine, come per i lavori in terra.

##### **3.2. RIMOZIONE DEL TERRENO VEGETALE (SCOTICO)**

Sulle superfici interessate dagli scavi e dai rilevati si provvederà in primo luogo al taglio delle piante ed alla estirpazione di ceppaie, radici, arbusti, alla rimozione di eventuali recinzioni metalliche, ecc. ed al loro trasporto a discarica autorizzata a cura e spese dell'impresa.

Si eseguirà poi, la rimozione del terreno vegetale sottostante l'intera area in oggetto, per una profondità di cm. 20, uniformandosi a quanto disposto per l'esecuzione degli scavi nel relativo articolo. Detta profondità potrà essere anche maggiorata quando la D.L. lo ritenga necessario e lo ordini, in tal caso il maggiore scavo eseguito verrà compensato come scavo di sbancamento. Eseguite le operazioni precedentemente indicate, per migliorare la capacità portante del terreno del piano di posa, verrà eseguito il compattamento del medesimo, compensandolo con il relativo prezzo di elenco.

##### **3.3. PREPARAZIONE DEL PIANO DI POSA DEI RILEVATI E DELLA FONDAZIONE STRADALE**

###### **a) - Piano di posa dei rilevati.**

Prima di dare inizio alla formazione dei rilevati si procederà ai lavori necessari per aumentare la portanza del terreno mediante compattamento del piano di posa fino a raggiungere in ogni punto, per una profondità di cm. 20, il 90% della densità massima secca della prova AASHO modificata.

Sono a carico dell'Impresa, oltre gli oneri per l'umidificazione od essiccamento delle terre, anche il maggior volume di rilevato corrispondente all'abbassamento del piano di posa per effetto del compattamento.

Comunque la Direzione dei Lavori si riserva di controllare il comportamento globale dei piani di posa dei rilevati mediante la misurazione del modulo di compressibilità Me, determinato con piastra da 30 cm di diametro (Norme Svizzere VSS-SNV 70317).

Il valore di Me, 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>.

Qualora la superficie del terreno non dovesse venire intaccata, tutte le buche dei ceppi od altre depressioni analoghe dovranno venire colmate con materiale terreo e compattate prima della costruzioni dei rilevati.

###### **b) - Piano di posa della fondazione stradale.**

Nei tratti in trincea o comunque in scavo verrà predisposto un piano d'appoggio della fondazione stradale secondo i profili di progetto. Detto piano verrà realizzato mediante compattamento fino a raggiungere in ogni punto, per una profondità di cm. 30, il 95% della densità massima secca della prova AASHO modificata.

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

Nell'esecuzione degli scavi l'Impresa dovrà tenere conto dell'abbassamento della quota del terreno a seguito della costipazione del terreno stesso, fermo restando che qualora il piano d'appoggio compattato dovesse risultare più basso di quello previsto in progetto il corrispondente maggior spessore dello strato della fondazione stradale sarà a totale carico e spese dell'Impresa.

Qualora la D.L. ne riconosca la necessità la compattazione di un particolare sottofondo argilloso potrà essere facilitata previa stabilizzazione con materiali aridi idonei.

La lavorazione consisterà in fornitura e spandimento del materiale correttivo, scarifica del terreno, miscelazione del terreno naturale col materiale di apporto, umidificazione ed essiccamento, compattamento della miscela al 95% della densità massima secca della prova AASHO modificata. Detta stabilizzazione sarà

compensata con il prezzo relativo alla preparazione dei piani di posa in trincea, sommato al prezzo previsto per la fornitura e posa in opera della fondazione stradale, quest'ultimo prezzo riferito alla quantità di materiale apportato.

Questi due prezzi saranno comprensivi di ogni e qualsiasi altro onere per dare il lavoro finito a regola d'arte.

c) - Preparazione della massicciata esistente.

Nei tratti in cui il piano di posa del rilevato o della fondazione stradale ricadrà sulla massicciata della strada esistente, la superficie di quest'ultima dovrà essere scarificata per una profondità di 10/30 cm. o comunque tale da garantire la maggiore adesione possibile tra il vecchio ed il nuovo materiale.

### **3.4. DEMOLIZIONI E FRESATURA DI PAVIMENTAZIONI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO**

Nei casi di demolizioni parziali della pavimentazione si dovrà procedere al taglio dei bordi della zona da demolire allo scopo di non danneggiare le zone limitrofe. Le demolizioni dovranno essere effettuate con la dovuta cautela, impedendo danneggiamenti della struttura del corpo stradale, senza compromettere la continuità del transito veicolare che deve essere costantemente garantito, salvo quanto diversamente disposto, in condizioni di sicurezza a cura e spese dell'Impresa.

I materiali provenienti dalle demolizioni resteranno di proprietà dell'Impresa.

I materiali non utilizzabili provenienti dalle demolizioni dovranno sempre, al più presto, essere trasportati a rifiuto presso discariche autorizzate o presso ditte autorizzate al conferimento di materiali di risulta che l'Impresa preventivamente deve provvedere a reperire a sua cura e spese, secondo le modalità imposte dalla tipologia del rifiuto e nel rispetto delle normative vigenti in materia.

Il raggruppamento del materiale prima della raccolta e trasporto a rifiuto dovrà essere realizzato secondo le modalità imposte dalla normativa vigente in materia.

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

La fresatura della sovrastruttura in conglomerato bituminoso per l'intero spessore o parte di esso dovrà essere effettuata con idonee attrezzature munite di nastro caricatore per il carico del materiale di risulta su automezzi. In via eccezionale, secondo la discrezione e il giudizio insindacabile della D.L., potrà essere autorizzato l'impiego di attrezzature alternative quali ripper, escavatori, demolitori ecc..

Le attrezzature dovranno essere tutte perfettamente funzionanti ed efficienti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni preventivamente approvate dalla D.L. che ha facoltà di richiederne la sostituzione, durante il corso dei lavori, qualora non più rispondenti alle caratteristiche approvate, anche quando la granulometria del materiale di risulta sia idonea per il reimpiego in impianti di riciclaggio.

La superficie su cui si interviene, salvo il caso di demolizione integrale della sovrastruttura, dovrà risultare perfettamente regolare in tutti i punti e priva di polveri o

materiali lapidei sciolti, mediante spazzolatura ed aspirazione meccanica, nonché priva di residui di strati non completamente fresati che possano compromettere l'adesione delle nuove stese di materiale da porre in opera.

L'Impresa dovrà attenersi scrupolosamente agli spessori di demolizione stabiliti dalla D.L..

Qualora questi risultassero inadeguati e comunque differenti in difetto o in eccesso rispetto all'ordinativo di lavoro, l'Impresa è tenuta a darne immediata comunicazione al D.L. che potrà autorizzare la modifica delle quote di fresatura.

Il rilievo dei nuovi spessori verrà valutato mediando l'altezza delle due pareti laterali e dovrà essere effettuato in contraddittorio.

Le pareti dei tagli dovranno risultare perfettamente verticali, con andamento longitudinale rettilineo ed esente da sgretolature.

Prima della posa in opera dei nuovi strati di riempimento, il piano fresato e le pareti dovranno risultare perfettamente puliti, asciutti, e uniformemente rivestiti da una mano d'attacco in legante bituminoso.

### **3.5. SCAVI DI SBANCAMENTO**

Gli scavi occorrenti per la formazione del corpo stradale o per ricavare i relativi fossi, cunette, accessi, passaggi, rampe, cassonetti e simili, per realizzare piazzali ed opere accessorie, saranno eseguiti in conformità alle previsioni di progetto, salvo le eventuali varianti che dovesse ordinare la D.L., restando a completo carico dell'Impresa ogni onere proprio di tali lavori, non escluso quello relativo all'abbattimento di piante, arbusti e relative radici esistenti, comunque interferenti e non compatibili con l'opera da realizzare.

Nell'esecuzione degli scavi, l'Impresa dovrà procedere in modo che i cigli siano diligentemente profilati e paralleli all'asse stradale, le scarpate raggiungano l'inclinazione prevista nel progetto o che sarà ritenuta necessaria e prescritta dalla D.L. allo scopo di impedire scoscendimenti, restando essa, oltre che totalmente responsabile di eventuali danni alle persone ed alle opere, altresì obbligata a provvedere, a suo carico e spese, alla rimozione delle materie franate in caso di inadempienza delle disposizioni all'uopo impartite.

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

Per le eventuali mine che occorressero nell'esecuzione degli scavi l'Impresa dovrà osservare tutte le prescrizioni delle Leggi e Regolamenti in vigore prendendo tutte le precauzioni per evitare ogni danno a persone e cose, delle cui conseguenze essa è in ogni caso unica responsabile.

### 3.6. TRASPORTO E MOVIMENTAZIONE MATERIALI

Le materie provenienti dagli scavi e ritenute adatte a giudizio insindacabile della D.L., per la formazione dei rilevati e della sovrastruttura stradale, dovranno essere caricate, trasportate a qualsiasi distanza nell'ambito del cantiere e scaricate direttamente sul luogo di riutilizzo oppure depositate secondo le modalità imposte dalla normativa vigente in materia.

Le materie provenienti dagli scavi per l'apertura della sede stradale, non utilizzabili e non ritenute idonee, a giudizio della D.L., per la formazione dei rilevati o per altro impiego nei lavori, potranno essere:

- portate a rifiuto presso discariche autorizzate o presso ditte autorizzate al conferimento di materiali di risulta che l'Impresa preventivamente deve provvedere a reperire a sua cura e spese, secondo le modalità imposte dalla tipologia del rifiuto e dalle normative vigenti in materia
- portate a riutilizzo in altri cantieri esclusi dal presente appalto come da normativa vigente in materia.

L'onere per il conferimento a rifiuto invece che a riutilizzo verrà compensato con un sovrapprezzo definito in Elenco Prezzi.

Sono a carico dell'Impresa gli oneri autorizzativi nel caso di riutilizzo in sede diversa da quella del cantiere.

L'ammassamento del materiale prima della raccolta e trasporto a rifiuto dovrà essere realizzato secondo le modalità imposte dalla normativa vigente in materia.

### 3.7 RILEVATI E BANCHINE ESEGUITI CON MATERIALI RICICLATI

#### 3.7.1 Generalità

Lo strato di fondazione di sovrastrutture stradali viene in genere realizzato con misto granulare non legato che può essere costituito da inerti granulari riciclati.

Il misto granulare riciclato è una miscela selezionata di aggregati riciclati, eventualmente corretta mediante l'aggiunta o la sottrazione di determinate frazioni granulometriche per migliorarne le proprietà fisico-meccaniche.

#### 3.7.2 – Aggregati

##### 3.7.2.1. – Requisiti di composizione

Il misto granulare per strati di fondazione stradale costituito da aggregati riciclati dovrà

**Tabella 6.1**  
**Requisiti di composizione dei misti granulari riciclati per strati di fondazione**

Componenti	Modalità di prova	Limiti
Contenuto di materiali litici di qualunque provenienza, pietrisco tolto d'opera, calcestruzzi, laterizi, refrattari, prodotti ceramici, malte idrauliche ed aeree, intonaci	UNI EN 13285 Appendice A	> 90% in massa
Contenuto di vetro e scorie vetrose	UNI EN 13285 Appendice A	< 5% in massa
Contenuto di conglomerati bituminosi	UNI EN 13285 Appendice A	< 5% in massa
Contenuto di altri rifiuti minerali dei quali sia ammesso il recupero in sottofondi e fondazioni stradali ai sensi della legislazione vigente	UNI EN 13285 Appendice A	≤ 5% in massa per ciascuna tipologia
Contenuto di materiali deperibili: carta, legno, fibre tessili, cellulosa, residui alimentari, sostanze organiche eccetto bitume; Materiali plastici cavi: corrugati, tubi o parti di bottiglie di materia plastica, ecc.	UNI EN 13285 Appendice A	≤ 0,1% in massa
Contenuto di altri materiali: metalli, guaine, gomme, lana di roccia o di vetro, gesso, ecc.	UNI EN 13285 Appendice A	≤ 0,4% in massa

possedere i requisiti di composizione indicati nella seguente Tabella 6.1.

##### 3.7.2.2 – Requisiti fisico meccanici

Gli aggregati grossi (trattenuti al setaccio da 4 mm UNI EN) e gli aggregati fini (passanti al setaccio da 4 mm UNI EN) sono gli elementi che formano il misto granulare.

Per gli elementi dell'aggregato grosso devono essere soddisfatti i requisiti indicati nella **Tabella 6.2**.

**Tabella 6.2**  
**Requisiti dell'aggregato grosso (frazione trattenuta al setaccio da 4 mm) dei**  
**misti granulari riciclati per strati di fondazione**

Indicatori di qualità		Unità di misura	Livello di traffico			
Parametro	Normativa		PP	P	M	L
Perdita per abrasione "Los Angeles"	UNI EN 1097-2	%	≤ 30	≤ 30	≤ 35	≤ 40
Dimensione max	UNI EN 933-1	mm	63	63	63	63
Indice di forma	UNI EN 933-4	%	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3	%	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35
Sensibilità al gelo <sup>(1)</sup>	UNI EN 1367-1	%	≤ 20	≤ 20	≤ 30	≤ 30
<sup>(1)</sup> In zone soggette al gelo						

L'aggregato fino deve essere costituito da elementi che possiedano le caratteristiche riportate nella seguente **Tabella 6.3**.

**Tabella 6.3**  
**Requisiti dell'aggregato fine (frazione passante al setaccio da 4 mm) dei**  
**misti granulari riciclati per strati di fondazione**

Indicatori di qualità		Unità di misura	Livello di traffico			
Parametro	Normativa		PP	P	M	L
Equivalente in sabbia	CNR B.U. 27/72	%	≥ 30	≥ 30	≥ 30	≥ 30
Indice Plasticità	CNR-UNI 10014	%	N.P.	N.P.	N.P.	≤ 6
Limite Liquido	CNR-UNI 10014	%	≤ 25	≤ 25	≤ 35	≤ 35
Passante al setaccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	≤ 6	≤ 6	≤ 6	≤ 6

La miscela di aggregati riciclati da adottarsi per la realizzazione del misto granulare deve avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso riportato in **Tabella 6.4**

**Tabella 6.4**  
**Requisiti granulometrici della miscela di aggregate riciclati**

Vagli UNI EN	Apertura maglia (mm)	Passante (%)
Setaccio	63,000	100
Setaccio	31,500	75 – 100
Setaccio	16,000	50 – 82
Setaccio	10,000	35 – 70
Setaccio	4,000	22 – 50
Setaccio	2,000	15 – 40
Setaccio	0,500	8 – 25
Setaccio	0,125	5 – 15
Setaccio	0,063	2 – 10

La dimensione massima dell'aggregato non deve in ogni caso superare la metà dello spessore dello strato finito ed il rapporto tra il passante al setaccio UNI EN 0,063 mm ed il passante al setaccio UNI EN 0,5 mm deve essere inferiore a 2/3.

La produzione di materiale finissimo per effetto del costipamento con energia AASHO Modificata, effettuato nell'intervallo di umidità  $\pm 2\%$  rispetto all'umidità ottima wott (determinata con la stessa prova di costipamento AASHO Mod.) e valutata tramite la differenza della percentuale di passante al setaccio UNI EN 0,063 mm prima e dopo il costipamento, non dovrà essere superiore al 5%.

L'indice di portanza CBR (CNR-UNI 10009) dopo quattro giorni di imbibizione in acqua (determinato sul materiale passante al setaccio UNI EN 20 mm) non deve essere minore del valore assunto per il calcolo della pavimentazione in fase di Progetto della stessa ed in ogni caso non minore di 30. E inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di  $\pm 2\%$  rispetto all'umidità ottimale di costipamento.

### **3.7.2.3 - Requisiti chimici**

I materiali riciclati debbono appartenere prevalentemente alle tipologie 7.1., 7.2., 7.11. e 7.17. previste dal D.M. 05/02/98, n. 72. Non sono ammessi materiali contenenti amianto e/o sostanze pericolose e nocive o con significativi contenuti di gesso. Pertanto, tali materiali debbono essere sottoposti ai test di cessione sul rifiuto come riportato in Allegato 3 del citato D.M. del 05/02/98, o a test equivalente di riconosciuta valenza europea (UNI 10802/2002).

Il contenuto totale di solfati e solfuri (Norma UNI EN 1744-1) deve essere 1 %. Se il materiale viene posto in opera a contatto con strutture in c.a., tale valore deve essere 0,5 %.

### **3.7.3. – Accettazione**

Con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione delle miscele di aggregati riciclati che intende utilizzare tramite certificazioni attestanti i requisiti prescritti al § 3.7.2. Tale certificazione deve essere rilasciata da un Laboratorio specializzato e deve comprendere la determinazione della curva di costipamento con energia AASHO Modificata (CNR B.U. n.69/78 o UNI EN 13286-2/2005).

Una volta che lo studio delle miscele sia stato accettato da parte della Direzione Lavori, l'Impresa deve rigorosamente attenersi ad esso.

### **3.7.4 – Confezionamento**

L'Impresa deve indicare, per iscritto, gli impianti di approvvigionamento, le aree ed i metodi di stoccaggio (con indicazione dei provvedimenti che intende adottare per la protezione dei materiali dalle acque di ruscellamento e da possibili inquinamenti), il tipo di lavorazione che intende adottare, il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che verrà impiegata.

### 3.7.5 – Posa in opera

Il piano di posa dello strato di fondazione stradale in misto granulare deve avere le quote, la sagoma, i requisiti di portanza previsti nel Progetto ed essere ripulito da materiale estraneo. Il materiale va steso in strati di spessore finito non superiore a 25 cm e non inferiore a 10 cm e deve presentarsi, dopo costipamento, uniformemente miscelato in modo da non manifestare segregazione dei suoi componenti. L'eventuale aggiunta di acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione della massa volumica, è da effettuarsi mediante dispositivi spruzzatori. La stesa va effettuata con finitrice o con grader appositamente equipaggiato. Tutte le operazioni anzidette sono sospese quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato.

Quando lo strato finito risulti compromesso a causa di un eccesso di umidità o per effetto di danni dovuti al gelo, esso deve essere rimosso e ricostituito a cura e spese dell'Impresa.

Il materiale pronto per il costipamento deve presentare in ogni punto la prescritta granulometria. Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli vibranti, rulli gommati o combinati, tutti semoventi. Per ogni cantiere, l'idoneità dei mezzi d'opera e le modalità di costipamento devono essere, determinate, in contraddittorio con la Direzione Lavori, prima dell'esecuzione dei lavori, mediante sperimentazione su campo prova, usando le miscele messe a punto per lo specifico cantiere. Il costipamento di ciascuno strato deve essere eseguito sino ad ottenere un grado di addensamento non inferiore ai valori indicati nella successiva **Tabella 6.6**.

### 3.7.6. - Controlli

#### 3.7.6.1. - Controllo delle forniture

In corso d'opera, sia per le necessità connesse alla costruzione degli strati, particolarmente per quanto riguarda il costipamento, sia per accertare che non abbiano a verificarsi variazioni nella qualità dei materiali, devono essere effettuate prove di controllo su campioni prelevati in contraddittorio con la Direzione dei Lavori.

Il controllo della qualità dei misti granulari riciclati, deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sul materiale prelevato in sito al momento della stesa oltre che con prove sullo strato finito. Il numero dei campioni dipende dall'eterogeneità dei materiali interessati; per ogni approvvigionamento omogeneo la numerosità delle prove di attitudine deve rispettare i criteri quantitativi riportati nella **Tabella 6.5** per ogni tipo di controllo da

**Tabella 6.5**  
Frequenza dei controlli e requisiti delle forniture dei  
misti granulari riciclati per fondazioni stradali

Controllo	Frequenza	Requisiti
Materiali componenti	Iniziale e per ogni lotto impiegato	Tabella 6.1.
Aggregato grosso	Iniziale e per ogni lotto impiegato	Tabella 6.2.
Aggregato fine	Iniziale e per ogni lotto impiegato	Tabella 6.3
Granulometria miscela	Iniziale, poi giornaliera oppure ogni 1000 m <sup>3</sup> di stesa	Tabella 6.4
Umidità ottima AASHO Mod.	Iniziale, poi giornaliera oppure ogni 1000 m <sup>3</sup> di stesa	
Indice C.B.R. dopo 4 giorni di imbibizione in acqua	Iniziale, poi giornaliera oppure ogni 1000 m <sup>3</sup> di stesa	> 30% nell'intervallo di umidità $\pm 2\%$ rispetto a $w_{opt}$ AASHO mod.
Produzione finissimo per costipamento AASHO Mod. nell'intervallo $\pm 2\% W_{OTT}$	Iniziale, poi giornaliera oppure ogni 1000 m <sup>3</sup> di stesa	< 5%

effettuare, salvo diverse e documentate prescrizioni della Direzione dei Lavori.

La granulometria del misto granulare riciclato deve essere verificata giornalmente, prelevando il materiale in sito al momento della posa in opera. Rispetto alla qualificazione delle forniture, nella curva granulometrica sono ammessi variazioni delle singole percentuali dell'aggregato grosso di  $\pm 5$  punti e di  $\pm 2$  punti per l'aggregato fine. In ogni caso non devono essere superati i limiti del fusi assegnato (**Tabella 6.4**). L'equivalente in sabbia (UNI EN 933-8) dell'aggregato fino deve essere verificato almeno ogni tre giorni lavorativi.

### 3.7.6.2 - Controlli prestazionali sugli strati finiti

Il livello prestazionale degli strati posti in opera può essere accertato, in relazione alle caratteristiche del materiale impiegato, attraverso il controllo dell'addensamento raggiunto, rispetto al riferimento desunto dalle prove AASHO Mod. di laboratorio e attraverso il controllo della capacità portante.

Il controllo mediante misure di massa volumica del secco in sito (CNR B.U. n.22/72) può essere effettuato soltanto se, come previsto dalla norma CNR B.U. n.69/1978, la frazione di materiale trattenuta al setaccio da 20 mm UNI EN 932-2 non supera il 35% della massa totale.

In questo caso il controllo può essere effettuato previa correzione della massa volumica del secco in sito per tenere conto della presenza di elementi lapidei di dimensioni maggiori di 20 mm, determinando la massa volumica in sito tramite la relazione:

$$\gamma_{d,sito} = \frac{P_d - P'_d}{V - V'}$$

$P_d$  : massa totale dopo essiccazione del materiale prelevato;

$V$  : volume totale occupato in sito dal materiale prelevato;

$P'_d$  : massa del secco della frazione trattenuta al setaccio UNI EN 20 mm;

$V' = P'_d / \gamma_s$  : volume della frazione trattenuta al setaccio UNI EN 20 mm;

$\gamma_s$  : massa volumica apparente della frazione trattenuta al setaccio UNI EN 20 mm.

Quando per le caratteristiche dimensionali del materiale non sia possibile procedere al controllo prestazionale con misure di massa volumica (non essendo possibile determinare riferimenti rappresentativi da prove di costipamento AASHO Mod. di laboratorio), per valutare il grado di costipamento la Direzione Lavori può prescrivere l'esecuzione di prove di carico con piastra a doppio ciclo di carico (CNR B.U. 146/92) per la determinazione dei moduli di deformazione  $M_d$  e  $M_d'$ .

La determinazione del modulo  $M_d'$  al secondo ciclo di carico permette, in ogni caso, di ottenere più ampi elementi di giudizio sulla qualità meccanica degli strati posti in opera, ivi compresi quelli sottostanti lo strato provato. Il rapporto tra il valore del modulo di deformazione  $M_d'$  al secondo ciclo di carico ed il valore del modulo di deformazione  $M_d$  al primo ciclo di carico non dovrà, almeno nel 95% delle determinazioni, essere superiore ai limiti previsti nella **Tabella 6.6** per i rispettivi livelli di traffico.

La misura della portanza deve accertare che le prestazioni dello strato finito siano non inferiori a quelle indicate nel Progetto e siano conformi a quanto dichiarato prima dell'inizio dei lavori nella documentazione presentata dall'Impresa, ai sensi di quanto previsto al §3.7.3.

La metodologia di indagine impiegata dovrà essere tale da fornire parametri di controllo identici o comunque direttamente confrontabili con quelli utilizzati nel calcolo della pavimentazione. A tale scopo, sono ammesse sia prove puntuali (prove di carico con piastra secondo la Norma CNR B.U. n. 146/92) sia prove ad elevato rendimento (con il Falling Weight Deflectometer - ASTM D4694/96) per la determinazione del modulo elastico equivalente "E".

In ogni caso i valori dei moduli di deformazione  $M_d$  (valutati attraverso prova di carico con piastra al primo ciclo di carico nell'intervallo tra 0,15 e 0,25 N/mm<sup>2</sup>) ed i valori dei moduli elastici equivalenti "E" non dovranno essere inferiore ai valori limite riportati nella **Tabella 6.6**.

Al momento della costruzione degli strati di pavimentazione sovrastanti tutti i valori di portanza dello strato di fondazione dovranno essere non inferiori ai valori limite previsti.

A discrezione della Direzione Lavori possono essere ammesse le seguenti tolleranze sui risultati delle prove di controllo.

Per ciascun tipo di prova, nel caso in cui il numero delle misure risulti inferiore a 5, come può avvenire per lavori di entità molto modesta, tutti i valori misurati debbono rispettare le soglie minime riportate nella suddetta **Tabella 6.6**.

Negli altri casi si può accettare che su n. 5 risultati di una stessa prova di controllo n. 1 possa non rispettare i valori minimi richiesti, purché lo scostamento da tali valori non ecceda:

- il 3%, per la misura del grado di addensamento;
- il 5%, per le misure dei moduli  $M_d$  e  $M_d'$ .

Per le prove deflettometriche ad alto rendimento la media dei valori del modulo "E" ricavata da almeno 20 determinazioni non dovrà essere inferiore ai valori minimi prestabiliti. Può essere tollerato uno scostamento da tali valori minimi purché lo scostamento stesso non ecceda il

15%.

Le superfici finite devono risultare perfettamente piane, con scostamenti rispetto ai piani di progetto non superiori a 10 mm, controllati mediante regolo rigido di 4 m di lunghezza (Norma UNI EN 13036-7/2004) disposto secondo due direzioni ortogonali.

Lo spessore medio dello strato finito deve essere quello previsto in Progetto, con una tolleranza del 5% purché tale differenza si presenti solo nel 20% dei rilievi effettuati.  
Salvo documentata diversa prescrizione della Direzione Lavori, la frequenza delle prove deve rientrare negli intervalli indicati in **Tabella 6.6**.

**Tabella 6.6**  
**Frequenza dei controlli e requisiti prestazionali degli strati**  
**di fondazione stradale realizzati con misti granulari riciclati**

Controllo	Traffico		Frequenza
	PP o P	M o L	
Grado di addensamento $\gamma_d/\gamma_{dmax, laboratorio}$ [%]	$\geq 98$ % AASHO Mod.	$\geq 95$ % AASHO Mod.	Ogni 1.000 m <sup>2</sup> di stesa
Rapporto $M_d / M_d'$	$\geq 2,0$	$\geq 2,3$	Ogni 1.000 m <sup>2</sup> di stesa
Modulo di deformazione $M_d$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\geq 100$ (o della prestazione prevista in Progetto)	$\geq 80$ (o della prestazione prevista in Progetto)	Ogni 1.000 m <sup>2</sup> di stesa
Modulo elastico equivalente $E$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\geq 190$ (o della prestazione prevista in Progetto)	$\geq 150$ (o della prestazione prevista in Progetto)	Ogni 100 m di fascia stesa
Spessore degli strati	spessore di Progetto	spessore di Progetto	Ogni 100 m di fascia stesa
Scostamento con regolo da 4 m	< 10 mm dai piani di Progetto	< 10 mm dai piani di Progetto	Ogni 100 m di fascia stesa

## B) OPERE D'ARTE.

### 3.8. SCAVI DI SBANCAMENTO

Per scavi di sbancamento o tagli a sezione aperta si intendono quelli praticati al disopra del piano orizzontale, passante per il punto più depresso del terreno naturale o per il punto più depresso delle trincee o splateamenti, precedentemente eseguiti ed aperti almeno da un lato.

Quando l'intero scavo debba risultare aperto da un lato (caso di un canale fagatore) e non venga ordinato lo scavo a tratti, il punto più depresso è quello terminale.

Appartengono alla categoria degli scavi di sbancamento così generalmente definiti tutti i cosiddetti scavi di splateamento e quelli per allargamento di trincee, tagli di scarpate di rilevati per costruirvi opere di sostegno, scavi per incassatura di opere d'arte (spalle di ponti, spallette di briglie, ecc.) eseguiti superiormente al piano orizzontale determinato come sopra, considerandosi come piano naturale anche l'alveo dei torrenti e dei fiumi. Nell'esecuzione degli scavi dovranno essere adottate tutte le cautele atte a prevenire scoscendimenti e smottamenti, restando l'Impresa la sola ed esclusiva responsabile degli eventuali danni, con l'obbligo di provvedere, a suo carico, alla rimozione delle materie franate ed al conseguente ripristino delle sezioni corrette.

Gli scavi ed i trasporti saranno eseguiti con mezzi e mano d'opera adeguati, avendo cura di assicurare in ogni caso il regolare smaltimento e deflusso delle acque.

Per i materiali provenienti dagli scavi, siano essi idonei o non al reimpiego, varranno le prescrizioni e gli oneri previsti per i materiali provenienti dagli scavi di sbancamento per la formazione del corpo stradale.

### 3.9. SCAVI DI FONDAZIONE

Per scavi di fondazione si intendono quelli chiusi da pareti, di norma verticali e riproducenti il perimetro dell'opera, realizzati al di sotto del piano di sbancamento o in mancanza al di sotto del piano orizzontale convenzionale passante per il punto più depresso del terreno naturale entro il perimetro generale della fondazione. Questo piano sarà determinato, a giudizio della D.L., o per l'intera area di fondazione o per parti in cui questa può essere suddivisa a seconda sia delle accidentalità o dei dislivelli del terreno, sia delle quote dei piani finiti delle fondazioni.

Valgono per questi scavi le prescrizioni esecutive circa l'impiego di materiali di risulta dettate per gli scavi di sbancamento per la formazione del corpo stradale.

Qualunque sia la natura e la qualità del terreno, gli scavi per fondazione dovranno essere spinti fino alla profondità indicata ai disegni di progetto, sempreché non intervenga ordine scritto da parte della D.L.

Le maggiori o minori profondità di esecuzione degli scavi rispetto a quelle di progetto non daranno all'Impresa motivo alcuno di fare eccezioni o domande di speciali compensi avendo essa soltanto diritto al pagamento del lavoro eseguito, in base ai prezzi contrattuali stabiliti per le varie profondità da raggiungere.

I piani di fondazione saranno perfettamente orizzontali, o disposti a gradoni con leggera pendenza verso monte per quelle opere che ricadessero sopra falde inclinate.

Le pareti saranno verticali o inclinate nella misura prevista dai disegni progettuali.

E' vietato all'Impresa, sotto pena di demolire e rimuovere le parti già eseguite, di porre mano alle murature o ai getti, prima di aver fornito per scritto alla D.L. la quota, la natura, e la portanza dei piani di fondazione, e prima che la D.L. abbia verificato ed accettato i piani medesimi.

Sono comprese nel prezzo di elenco dello scavo le sbadacchiature e/o puntellamenti per profondità fino a 1.50 mt. . Al di sotto di tale profondità le sbadacchiature saranno compensate a parte con il relativo prezzo di elenco. In tal caso le armature occorrenti per gli scavi di fondazione debbono essere eseguite a regola d'arte ed assicurate in modo da impedire qualsiasi deformazione dello scavo e lo smottamento delle materie.

E' nella facoltà dell'Impresa, ove ragioni speciali non lo vietino, di eseguire gli scavi di fondazione anche con pareti a scarpata; ma, in tal caso, non sarà pagato il maggior scavo eseguito di conseguenza e dovrà successivamente provvedere a sua cura e spese al riempimento del maggior volume di vani rimasti intorno alle murature di fondazione con materiali adatti ed ai necessari costipamenti sino al piano del terreno primitivo. Tale disposizione si applica anche agli scavi per fognature a taglio aperto.

#### **4.0. SCAVI SUBACQUEI**

Per scavi subacquei si intendono quegli scavi di fondazione eseguiti ad una profondità maggiore di cm. 20 sotto il livello costante a cui si stabiliscono le acque eventualmente presenti nel terreno.

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

Resta comunque inteso che durante l'esecuzione di tutti gli scavi l'Impresa dovrà provvedere, di sua iniziativa e a sua cura e spese, ad assicurare il naturale deflusso delle acque che si riscontrassero scorrenti sulla superficie del terreno onde evitare che esse si raccolgano negli scavi. Provvederà quindi a togliere ogni impedimento che si opponesse così al regolare deflusso delle acque, ricorrendo, se necessario, anche all'apertura di canali fognatori. Di ogni onere relativo e quindi del corrispondente compenso è stato tenuto conto nella formazione dei prezzi relativi di Elenco.

La D.L. potrà decidere a suo giudizio insindacabile, senza che l'Impresa possa sollevare eccezioni o richieste di sorta, che il lavoro di aggotamento delle acque venga eseguito in economia, pagando le ore di effettivo lavoro delle pompe occorrenti con i relativi prezzi di Elenco e contabilizzando convenzionalmente gli scavi come se eseguiti all'asciutto.

#### **4.1. CONGLOMERATI CEMENTIZI**

L'esecuzione delle singole opere dovrà corrispondere ai disegni ed ai particolari forniti dall'Amministrazione per le opere o parte di opere completamente progettate, compresi i calcoli statici redatti dall'Amministrazione e verificati dall'Impresa, o secondo i calcoli redatti dall'Impresa attenendosi agli schemi e disegni che compongono il progetto ed alle norme che saranno in proposito impartite dalla D.L. per le altre opere.

Sugli appositi libri di cantiere dovranno figurare le date sia dell'inizio che della fine dei getti, quella del disarmo e, nel caso di getti eseguiti in stagione invernale, le temperature minime giornaliere misurate in cantiere.

L'Impresa sarà tenuta a presentare all'esame della D.L., in tempo utile rispetto all'inizio dei getti:

- i campioni dei materiali che intende impiegare, indicando provenienza, tipo e qualità dei medesimi;
- la composizione granulometrica di ogni tipo di calcestruzzo;
- i risultati delle prove sui cubetti di calcestruzzo, nella serie, nelle misure e con le modalità prescritte dalle norme in vigore.

La D.L. si riserva ogni giudizio in merito.

Nella scelta dei materiali verranno osservate le norme già precedentemente specificate nel presente Capitolato.

Per le opere in cemento armato la qualità dei materiali sarà quella indicata dai disegni esecutivi.

Di norma dovranno essere previste le seguenti resistenze caratteristiche (secondo TAV. di progetto):

a) calcestruzzo per l'esecuzione delle opere di fondazione ed elevazione  $R_{ck} = 400$

#### **- Calcestruzzi armati e non armati.**

Nella confezione e posa in opera dei calcestruzzi si osserveranno le seguenti prescrizioni:

#### **- Cemento:**

Il cemento sarà del tipo Portland o Pozzolanico e l'Impresa dovrà approvvigionarsene presso cementerie che diano piena garanzia di bontà, costanza nelle caratteristiche e continuità della fornitura. Al fine di ottenere l'approvazione del cemento da parte della D.L., sarà necessaria una precisa dichiarazione della cementeria che si impegni perché i requisiti chimico-fisici di ogni singola fornitura corrispondano a quanto prescritto nelle norme per l'accettazione di leganti idraulici.

(Legge 26.5.1965 n. 595 e D.M. 3.6.1968).

L'Impresa sarà tenuta comunque a far controllare periodicamente le qualità del cemento presso un Laboratorio ufficiale.

Il cemento sarà fornito in sacchi o sfuso e dovrà essere immagazzinato nei depositi o nei silos che l'Impresa dovrà predisporre per una capacità complessiva pari ad un fabbisogno previsto di almeno 7 giornate lavorative. Tali depositi dovranno essere precostituiti a cura e spese dell'Impresa anche se il cemento venisse fornito dall'Amministrazione.

**- Dosaggio del cemento:**

Dovrà essere scelto in relazione alla resistenza richiesta per il conglomerato.

**- Composizione granulometrica degli aggregati:**

Dovrà essere fissata secondo curve proposte dall'Impresa ed approvate dalla Direzione Lavori, così da ottenere i requisiti di resistenza richiesti.

Per ogni tipo di calcestruzzo si dovranno impiegare perlomeno tre classi di inerti in modo da ottenere la granulometria stabilita.

**- Rapporto acqua-cemento:**

Dovrà essere mantenuto costante entro i limiti prescritti dalla Direzione Lavori, tenendo conto oltre che del contenuto di acqua dell'impasto, anche dell'umidità naturale dell'inerte. Un eventuale maggior contenuto di acqua, richiederà, per mantenere costante il rapporto acqua-cemento, un aumento nel dosaggio di cemento che sarà a carico esclusivo dell'Impresa.

**- Resistenza dei calcestruzzi: controllo preventivo**

Per il controllo della resistenza dei calcestruzzi, saranno eseguiti cubetti di prova preventivamente all'esecuzione dei getti, con calcestruzzo espressamente confezionato in base alle norme sopracitate.

Le prove saranno effettuate secondo quanto previsto nel NTC 2008 e Circolare Applicativa.

Indipendentemente dalle prove di laboratorio convenzionali, o comunque prescritte dalle norme vigenti, la D.L. si riserva di eseguire sugli impasti tutte le prove che riterrà opportune utilizzando qualsiasi tipo di apparecchiatura da essa ritenuta adatta ai fini del controllo.

Gli oneri e le spese di tutte le suddette operazioni saranno a carico dell'Impresa.

**- Confezione e trasporto:**

La confezione dei conglomerati dovrà essere eseguita con mezzi meccanici, e la dosatura di tutti i vari componenti la miscela dovrà essere effettuata a peso. Per le opere di minore importanza la D.L. potrà tuttavia consentire, a suo insindacabile giudizio, la dosatura a volume.

L'impasto dovrà presentare composizione omogenea ed uniforme in ogni sua parte ed essere dotato di buona lavorabilità così da dare opere finite esenti da vespai o da altri difetti.

Qualora la D.L. lo ritenesse necessario, la lavorabilità del calcestruzzo potrà essere migliorata mediante l'uso di opportuni aeranti e fluidificanti il cui tenore in peso non potrà essere comunque superiore al 3% del peso del cemento.

Il tipo degli additivi dovrà essere preventivamente approvato dalla D.L. La spesa per questi additivi rimarrà sempre a carico dell'Impresa.

La confezione ed il getto del calcestruzzo dovranno essere sospesi nel caso che la temperatura raggiungesse valori inferiori a 0°C salvo diverse disposizioni che la D.L. potesse dare volta per volta, prescrivendo, in tal caso, le norme e gli accorgimenti cautelativi da adottare.

In ogni caso è escluso l'uso di anticongelanti per le strutture armate o che comunque contengano o siano a contatto con strutture metalliche.

Il trasporto dei calcestruzzi dagli impianti di confezionamento ai luoghi di impiego dovrà essere effettuato con mezzi idonei al fine di evitare la possibilità di separazione dei singoli componenti o comunque tali da evitare ogni possibilità di deterioramento del calcestruzzo medesimo e soprattutto ogni inizio di presa prima della messa in opera.

Saranno, per esempio, accettabili, a secondo della lunghezza e della durata del trasporto, le autobetoniere, le benne a scarico di fondo, le pompe, i nastri trasportatori; non potranno essere ammessi agli autocarri a cassone, ribaltabili o non, gli scivoli e le canale.

**- Casseforme e loro armature e centinature:**

Per le casseforme e loro armature e centinature l'Impresa potrà adottare il sistema ritenuto più idoneo e conveniente a patto che, rispettando rigorosamente le misure progettuali delle opere, non costituisca in alcun modo un pericolo per le opere e per gli uomini impiegati nei vari lavori, compresi quelli di disarmo.

Particolare cura si dovrà osservare nella preparazione delle armature e casseforme per poter ottenere superfici lisce e regolari e sagome conformi alle misure prescritte.

La D.L. allo scopo di evitare pericoli, potrà ordinare modifiche senza con ciò assumere responsabilità, che rimangono invece ad esclusivo carico dell'Impresa.

Nella progettazione ed esecuzione di armature e centinature l'Impresa dovrà osservare le norme ed i vincoli imposti dalle competenti Autorità.

Anche per le operazioni di disarmo varranno, oltre alle norme vigenti in materia di cui al D.M. 27 luglio 1988, le prescrizioni emanate dalla D.L. e, nella costruzione delle armature e centinature, l'Impresa è tenuta a prendere gli opportuni accorgimenti affinché in ogni punto della struttura l'abbassamento possa verificarsi simultaneamente.

#### **- Posa in opera del calcestruzzo:**

I getti potranno essere iniziati solo dopo verifica dei cavi e delle casseforme da parte della D.L.

Verranno eseguiti curando in ogni momento che non si verifichino cedimenti nel piano di posa o spostamenti delle armature.

Il costipamento verrà attuato mediante vibrazione.

La vibrazione deve essere fatta per strati di conglomerato dello spessore che verrà indicato dalla Direzione dei lavori e comunque non superiore a centimetri 15 ed ogni strato non dovrà essere vibrato oltre un'ora dopo il sottostante. I mezzi da usarsi per la vibrazione potranno essere interni (pervibratori a lamiera o ad ago) ovvero esterni da applicarsi alla superficie esterna del getto o alle casseforme. I pervibratori sono in genere più efficaci, si deve però evitare che essi provochino spostamenti nelle armature. La vibrazione superficiale viene di regola applicata alle solette di piccolo e medio spessore (massimo cm 20).

Quando sia necessario vibrare la cassaforma è consigliabile fissare rigidamente il vibratore alla cassaforma stessa che deve essere opportunamente rinforzata.

Sono da consigliarsi vibratori a frequenza elevata (da 4000 a 12.000 cicli al minuto ed anche più).

I pervibratori vengono immersi nel getto e ritirati lentamente in modo da evitare la formazione dei vuoti: nei due percorsi si potrà avere una velocità media di 8-10 cm/sec e lo spessore del singolo strato dipende dalla potenza del vibratore e dalla dimensione dell'utensile.

Il raggio di azione viene rilevato sperimentalmente caso per caso e quindi i punti di attacco vengono distanziati in modo che l'intera massa risulti lavorata in maniera omogenea (distanza media cm 50). Si dovrà mettere particolare cura per evitare la segregazione del conglomerato; per questo esso dovrà essere asciutto con la consistenza di terra umida debolmente plastica. La granulometria dovrà essere studiata anche in relazione alla vibrazione: con malta in eccesso si ha sedimentazione degli inerti strati di diversa pezzatura, con malta in difetto si ha precipitazione della malta e vuoti negli strati superiori. La vibrazione non deve prolungarsi troppo, di regola viene sospesa quando appare in superficie un lieve strato di malta omogenea ricca di acqua. Di mano in mano che una parte del lavoro è finita, la superficie deve essere periodicamente innaffiata affinché la presa avvenga in modo uniforme e, quando occorra, anche coperta con sabbia o tela mantenuta umida per proteggere l'opera da variazioni troppo rapide di temperatura. Le riprese debbono essere, per quanto possibile, evitate. Quando siano veramente inevitabili, si deve umettare la superficie del conglomerato eseguito precedentemente se questo è ancora fresco; dove la presa sia iniziata o fatta si deve raschiare la superficie stessa e, prima di versare il nuovo conglomerato, applicare un sottile strato di malta di cemento e sabbia nelle proporzioni che, a seconda della natura dell'opera, saranno di volta in volta giudicate necessarie dalla Direzione dei lavori, in modo da assicurare un buon collegamento dell'impasto nuovo col vecchio. Si deve fare anche la lavatura se la ripresa non è di fresca data.

Quando l'opera venga costruita per tratti o segmenti successivi, ciascuno di essi deve inoltre essere formato e disposto in guisa che le superfici in contatto siano normali alla direzione degli sforzi a cui la massa muraria, costituita da tratti o segmenti stessi, è assoggettata.

Le pareti dei casseri di contenimento del conglomerato di getto possono essere tolte solo quando il conglomerato abbia raggiunto un grado sufficiente di maturazione da garantire che la solidità dell'opera non abbia per tale operazione a soffrirne neanche minimamente.

Il calcestruzzo impiegato dovrà presentare grande compattezza ed impermeabilità.

Le superfici dei getti, dopo la sformatura, dovranno risultare perfettamente piane senza irregolarità di sorta, e tali comunque da non richiedere alcun tipo di intonaco. In particolare, dovrà notarsi la orizzontalità e la corrispondenza dei giunti delle tavole o dei pannelli metallici nella faccia vista dei muri di sostegno, delle spalle dei ponti o di altre opere simili. Specialmente nei muri di sostegno dovrà curarsi la ripresa orizzontale dei giunti.

Anche nell'esecuzione dei giunti di dilatazione dovranno essere eseguite tutte le regole, senza trascurare il lato estetico, particolarmente importante in questo genere di lavori.

L'onere relativo ai giunti è compreso nei prezzi unitari per cui è ad esclusivo carico dell'Impresa.

#### **- Stagionatura:**

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

L'Impresa dovrà inoltre prendere le precauzioni idonee ad evitare un rapido prosciugamento delle superfici dei getti ed osservare tutte le prescrizioni che proverranno dalla D.L..

La D.L. avrà la piena facoltà di prelevare, quando lo ritenga opportuno, campioni di materiale o di conglomerato da sottoporre ad esami e prove di laboratorio.

Potranno anche essere prelevati campioni di muratura già stagionata per effettuare su di essi le prove di compressione.

Sia per le prove che per i prelevamenti varranno le "Norme per l'esecuzione delle opere in conglomerato cementizio semplice o armato" di cui alle NTC 2008 e Circolare Applicativa.

Il numero e la frequenza delle prove verranno stabiliti dalla D.L. secondo l'importanza ed il tipo dei lavori.

Le prove verranno eseguite a spese dell'Impresa e le modalità di esse saranno fissate dalla Direzione dei lavori. Nel caso la resistenza dei provini assoggettati a prove nei laboratori di cantiere risulti inferiore a quello indicato nei disegni approvati dal Direttore dei lavori, questi potrà, a suo insindacabile giudizio, ordinare la sospensione dei getti dell'opera interessata, in attesa dei risultati delle prove dei laboratori ufficiali.

Qualora anche tale valore fosse inferiore a quello di progetto occorre procedere, a cura e spese dell'Appaltatore, ad un controllo teorico e/o sperimentale della struttura interessata dal quantitativo di calcestruzzo carente, sulla base della resistenza ridotta, oppure ad una verifica della resistenza con prove complementari, o con prelievo di provini per carotaggio direttamente dalle strutture, oppure con altri strumenti e metodi di gradimento dalla Direzione lavori. Tali controlli formeranno oggetto di apposita relazione nella quale sia dimostrato che, ferme restando le ipotesi di vincolo e di carico delle strutture, la resistenza caratteristica è ancora compatibile con le sollecitazioni di progetto, secondo la destinazione d'uso dell'opera e in conformità delle leggi in vigore.

Se tale relazione sarà approvata dal Direttore dei lavori il calcestruzzo verrà contabilizzato in base al valore della resistenza caratteristica risultante.

Qualora tale resistenza non risulti compatibile con le sollecitazioni di progetto, l'Appaltatore sarà tenuto a sua cura e spese, alla demolizione e rifacimento dell'opera oppure all'adozione di quei provvedimenti che la Direzione dei lavori riterrà di approvare formalmente.

Nessun indennizzo o compenso sarà dovuto all'Appaltatore se il valore della resistenza caratteristica del calcestruzzo risulterà maggiore di quanto previsto.

Oltre ai controlli relativi alla resistenza caratteristica di cui sopra, il Direttore dei lavori potrà, a suo insindacabile giudizio, e a complete spese dell'Appaltatore, disporre tutte le prove che riterrà necessarie, e in particolare le seguenti:

- a) prova del cono di cui all'App. E della U.N.I. 7163-79;
- b) prova del dosaggio di cemento di cui alla U.N.I. 6393-72 e alla U.N.I. 6394-69;
- c) prova del contenuto d'aria di cui alla U.N.I. 6395-72;
- d) prova del contenuto di acqua;
- e) prova di omogeneità in caso di trasporto con autobetoniera;
- f) prova di resistenza a compressione su campioni cilindrici prelevati con carotaggio da strutture già stagionate;
- g) prova di resistenza a compressione con sclerometro.

#### **-Calcestruzzo per copertine, parapetti e finiture**

Per le opere di completamento del corpo stradale e delle opere d'arte quali ad esempio copertine di muri di sostegno, di recinzione, cordonate, soglie ecc. verrà posto in opera un calcestruzzo opportunamente costipato con vibrator con dosaggio di kg/mc 300 di cemento 425.

Le prescrizioni di cui agli articoli precedenti rimangono valide in quanto applicabili, salvo il diametro massimo degli inerti che non sarà maggiore di 20 mm, e comunque entro un terzo delle dimensioni minime del getto.

Le superfici superiori dei getti verranno rifinite mediante cemento lisciato. Particolare cura verrà posta nella esecuzione delle armature per ottenere un perfetto raccordo con getti precedentemente messi in opera, per seguire le sagome di progetto, con i giunti e le particolari indicazioni della Direzione dei lavori.

#### **4.2. FERRO PER L'ARMATURA DEL CALCESTRUZZO**

Il ferro per l'armatura del calcestruzzo sarà costituito da barre di acciaio tondo, da barre di acciaio ad aderenza migliorata, da fili di acciaio armonico e dovrà avere le caratteristiche di cui al D.M. vigente al momento dell'appalto.

Il diametro dei ferri non potrà essere superiore a 30 mm.

Il ferro delle armature dovrà essere esente da olio, vernici, grasso, scaglie di fucina e ruggine sparsa o permanente al momento della posa in opera.

Qualora la piegatura fosse necessaria, le barre dovranno essere piegate a regola d'arte, a freddo. Le barre presentanti fessure o fenditure alla piegatura saranno rifiutate.

Tutta l'armatura dovrà essere posta in opera accuratamente nelle posizioni indicate nei disegni e solidamente mantenute durante le operazioni di gettata e di costipamento del calcestruzzo.

I tondini saranno legati alle intersezioni e la distanza dalle pareti delle casseforme e tra i vari strati della armatura dovrà essere assicurata da opportuni tiranti, blocchetti di malta prefabbricata, distanziatori, ganci di sospensione o altri dispositivi approvati.

La posa in opera e la legatura di qualsiasi sezione dell'armatura dovrà essere approvata dalla D.L. prima di procedere alla gettata del calcestruzzo.

### 4.3 STRUTTURE METALLICHE-APPARECCHI DI APPOGGIO-GIUNTI DI DILATAZIONE

#### **Strutture metalliche**

Le strutture in acciaio dovranno rispondere alle norme seguenti: D.M. 4 maggio 1990; Circ. Min. LL. PP. n. 20977 dell'11 novembre 1980; NTC 2008 e circolare applicativa.

L'Appaltatore è tenuto a presentare, a sua cura e spese e con la firma del progettista e la propria, prima della fornitura dei materiali e in tempo utile per l'esame e l'approvazione del Direttore dei lavori: il progetto esecutivo e la relazione tecnica completa dei calcoli di stabilità, con le verifiche anche per la fase di trasporto e messa in opera; il progetto esecutivo delle opere di fondazione e degli apparecchi di appoggio della struttura; il progetto delle saldature, per il quale è fatto obbligo all'Appaltatore di avvalersi, a sua cura e spese, della consulenza dell'Istituto Italiano della Saldatura (I.I.S.), oppure del Registro Italiano Navale (R.I.N.A.), con la redazione di apposita relazione da allegare al progetto.

#### **I) Elementi strutturali in acciaio**

L'Appaltatore dovrà comunicare per iscritto al Direttore dei lavori, prima dell'approvvigionamento, la provenienza dei materiali, in modo da consentire i controlli, anche nell'officina di lavorazione, secondo quanto prescritto dalle NTC 2008 e Circolare applicativa, dalle norme U.N.I. e da altre norme eventualmente interessanti i materiali di progetto.

Il Direttore dei lavori si riserva il diritto di far eseguire un premontaggio in officina per quelle strutture o parti di esse che riterrà opportuno, procedendo all'accettazione provvisoria dei materiali entro 10 giorni dalla comunicazione dell'Appaltatore di ultimazione dei vari elementi. Prima del collaudo finale l'Appaltatore dovrà presentare una relazione dell'I.I.S. (o del R.I.N.A.) che accerti i controlli effettuati in corso d'opera sulle saldature e relative modalità e strumentazioni.

Durante le varie fasi, dal carico al trasporto, scarico, deposito, sollevamento e montaggio, si dovrà avere la massima cura affinché non vengano superati i valori di sollecitazione, sia generali, sia locali, indotti dalle varie operazioni rispetto a quelli verificati nel progetto per ciascuna singola fase, ad evitare deformazioni che possano complicare le operazioni finali di messa in opera.

Particolari cautele saranno attuate ad evitare effetti deformativi dovuti al contatto delle funi e apparecchi di sollevamento. Le controfrecce da applicare alle strutture a travata andranno eseguite secondo le tolleranze di progetto.

I fori che risultino disassati andranno alesati, e qualora il diametro del foro risulti superiore anche alla tolleranza di cui alle NTC 2008 e Circolare Applicativa, si avrà cura di impiegare un bullone di diametro superiore. Nei collegamenti in cui l'attrito contribuisce alla resistenza di calcolo dell'elemento strutturale si prescrive la sabbiatura a metallo bianco non più di due ore prima dell'unione. Nelle unioni bullonate l'Appaltatore effettuerà un controllo di serraggio sul 10% del numero dei bulloni alla presenza del Direttore dei lavori.

#### **II) Verniciature**

Tutte le strutture in acciaio andranno protette contro la corrosione mediante un ciclo di verniciatura, previa spazzolatura meccanica o sabbiatura di tutte le superfici, fino ad eliminazione di tutte le parti ossidate. Un ciclo di verniciatura sarà costituito da un minimo di tre strati di prodotti vernicianti mono o bicomponenti indurenti per filmazione chimica e filmazione fisica, secondo la descrizione seguente:

##### **Ciclo "A"**

1° strato: mano di fondo al clorocaucciù pigmentata con minio e cromato di zinco, avente un ottimo potere bagnante sul supporto.

2° strato: mano intermedia di clorocaucciù pigmentata con rosso ossido, ferro micaceo, alluminio avente un ottimo potere di attacco alla mano sottostante.

3° strato: mano di finitura mediante clorocaucciù acrilica pigmentata con biossido di titanio, avente una ottima resistenza agli agenti atmosferici e chimici.

##### **Ciclo "B"**

1° strato: mano di fondo epossidica pigmentata con  $ZnCrO_4$  (cromato di zinco) avente un ottimo potere bagnante sul supporto.

2° strato: mano intermedia epossidica pigmentata con  $TiO_2$  (biossido di titanio), avente un ottimo potere di attacco alla mano sottostante

3° strato: mano di finitura poliuretanica di tipo non ingiallente e non sfarinante.

##### **Ciclo "C"**

1° strato: mano di fondo oleofenolica i cui pigmenti inibitori dovranno essere a base di ossido di piombo (minio), cromati di zinco, fosfati di zinco, cromati di piombo, silicio cromati di piombo, in composizione singola o miscelati. E' ammessa la presenza di riempitivi a base di solfato di bario ( $BaSO_4$ ) e silicati in quantità non superiore al 45% sul totale dei pigmenti riempitivi.

2° strato: mano intermedia oleofenolica di colore differenziato dalla 1ª mano, di composizione come il 1° strato; il pigmento inibitore potrà essere sostituito con aggiunta di ossido di ferro per la differenziazione del colore, in quantità non superiore al 6% sul totale dei pigmenti e riempitivi.

3° strato: mano intermedia alchidica modificata con olii vegetali e clorocaucciù, il cui rapporto in peso a secco dovrà essere di 2:1. Non è ammessa la presenza di colofonia.

4° strato: mano di finitura alchidica modificata con olii vegetali e clorocaucciù di composizione come il 3° strato, di colore diverso dalla precedente mano.

### III) Preparazione delle superfici di acciai tipo Corten

Allo scopo di ottenere una superficie integra ed uniforme atta alla formazione dello strato protettivo di ossido, tutte le superfici da esporre senza protezione di vernice dovranno essere sabbiare a metallo bianco. La sabbiatura dovrà essere eseguita in opera a montaggio ultimato e dopo il getto della soletta.

Le superfici di acciaio destinate a non essere esposte e quindi prive di aerazione dovranno essere pulite e verniciate con un composto antiruggine in officina per evitare l'attacco corrosivo della condensa. La preparazione delle superfici da verniciare sarà effettuata mediante sabbiatura per l'asportazione di calamina o scorie di laminazione o scorie di saldatura. Le macchie di olio o di grasso dovranno essere eliminate con adatti detersivi.

### Apparecchi di appoggio e giunti di dilatazione

Gli apparecchi di appoggio e i giunti di dilatazione dovranno essere del tipo indicato nel progetto e dovranno essere preventivamente sottoposti all'approvazione della D.L. con la documentazione necessaria per il suo esame: documenti di origine del produttore, relazione di calcolo e particolari costruttivi con le norme di posa in opera, firmata dall'Ingegnere progettista e dal tecnico dell'Impresa appaltatrice.

La D.L. accetterà i suddetti prodotti solo dopo che sarà fornita la documentazione del produttore sui sistemi di qualità impiegati nella fabbricazione, secondo quanto prescritto dalle norme richiamate all'art. 29 dello Schema di Contratto.

Il progetto degli apparecchi di appoggio dovrà rispondere alle "Istruzioni per il calcolo e l'impiego degli apparecchi di appoggio da fornire nelle costruzioni" C.N.R.-U.N.I. 11018-72, e dovrà contenere: il calcolo delle escursioni e delle rotazioni, indicando un congruo franco di sicurezza, ed esponendo separatamente il contributo dovuto ai carichi permanenti accidentali, alle variazioni termiche, alle deformazioni viscosse e al ritiro del calcestruzzo; la verifica statica dei singoli elementi e l'indicazione dei materiali, con riferimento alle norme U.N.I., nonché le reazioni di vincolo che l'apparecchio dovrà sopportare. I carichi che devono sopportare gli apparecchi di appoggio sono quelli per le strade di prima categoria indicati nel D.M. 4.5.1990 "Norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo dei ponti stradali".

Tutti i materiali da impiegare dovranno essere accettati prima delle lavorazioni dal Direttore dei lavori, il quale potrà svolgere controlli anche in officina. Prima della posa in opera l'Appaltatore dovrà tracciare gli assi di riferimento e la livellazione dei piani di appoggio, rettificando le differenze con malta di cemento additivata con resina epossidica.

## **4.4. INTONACI E SMALTI CEMENTIZI**

### **a) - Intonaci.**

In linea generale, salvo casi eccezionali autorizzati dalla D.L. non verranno adottati intonaci, poiché le superfici di tutte le strutture dovranno presentare un aspetto regolare non sgradito alla vista.

Comunque, quando necessario, gli intonaci verranno eseguiti dopo accurata pulizia e inumidimento delle pareti.

Per gli intonaci eseguiti a mano, verrà applicato un primo strato di malta (rinzafo) gettato con forza.

Quando il primo strato sarà completamente asciutto si procederà a stendere con la cazzuola un secondo strato, successivamente regolarizzato col fratazzo.

La malta verrà confezionata a Kg. 400 di cemento tipo 325 per ogni metro cubo di sabbia.

### **b) - Smalti cementizi.**

Quando previsto dai disegni di progetto o prescritto dalla D.L. si dovrà stendere sull'estradosso dei volti e di eventuali altri manufatti una cappa di smalto cementizio, dello spessore di cm. 3, la malta sarà confezionata a Kg. 600 di cemento tipo 325 a metro cubo d'impasto, mc. 0,400 di sabbia e mc. 0,800 di graniglia.

Lo smalto cementizio, preceduto da accurata pulizia del tratto da rivestire, verrà steso sulla superficie ancora umida. Lo strato di malta, battuto e lisciato con spatola e fratazzo di legno, dovrà essere alla fine lisciato superficialmente con pasta di solo cemento, tirata con la cazzuola.

Dopo la posa in opera si dovrà proteggere lo strato sia dal sole che dalla pioggia, curando di mantenere opportunamente umida la superficie.

## **4.5. DEMOLIZIONE PONTE ESISTENTE**

Le demolizioni di murature in pietrame e malta od in calcestruzzo devono essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni, in modo da prevenire qualsiasi infortunio alle persone addette al lavoro.

L'Impresa è quindi pienamente responsabile per tutti i danni che potessero derivare alle persone ed alle cose in forza delle demolizioni. Sarà in genere vietato di gettare dall'alto i materiali, i quali dovranno essere trasportati o guidati in basso, predisponendo le opportune cautele per evitare danni e pericoli.

Si dovrà inoltre provvedere al puntellamento delle parti pericolanti, onere anche questo già compreso e compensato nei prezzi dell'Elenco.

I materiali provenienti dalle demolizioni resteranno di proprietà dell'Impresa, la D.L. si riserva di disporre, con facoltà insindacabile, l'impiego dei suddetti materiali utili per l'esecuzione dei lavori appaltati.

I materiali non utilizzabili provenienti dalle demolizioni dovranno al più presto essere trasportati a rifiuto presso discariche autorizzate o presso ditte autorizzate al conferimento di materiali di risulta che l'Impresa preventivamente deve provvedere a reperire a sua cura e spese, secondo le modalità imposte dalla tipologia del rifiuto e nel rispetto delle normative vigenti in materia.

Il raggruppamento del materiale prima della raccolta e trasporto a rifiuto dovrà essere realizzato secondo le modalità imposte dalla normativa vigenti in materia.

Il pietrame che verrà riutilizzato per il rivestimento dei muri dovrà essere accantonato in idonea zona del cantiere atte alle successive lavorazioni.

#### **4.6. TUBAZIONI O TOMBINI TUBOLARI**

Nell'esecuzione delle tubazioni per l'adduzione e la distribuzione di acqua, nonché nell'esecuzione di tubazioni per fluidi diversi dall'acqua, l'Appaltatore dovrà seguire le disposizioni di cui alla L. 2 febbraio 1974, n. 64, ed alle norme tecniche vigenti in essa previste all'art. 1 emanate con D.M. 12 dicembre 1985 e relativa Circolare M. LL.PP. 20 marzo 1986, n. 27291.

##### **Tombini tubolari**

Saranno eseguiti di getto o con l'impiego di tubi di cemento, in conformità ai tipi normali ed ai disegni di progetto.

Gli acquedotti tubolari qualora siano eseguiti in conglomerato cementizio gettati in opera, per la parte inferiore della canna verranno usate semplici sagome; per la parte superiore verranno usate apposite barulle di pronto disarmo. Questi non dovranno avere diametro inferiore a cm 80 qualora siano a servizio del corpo stradale.

Qualora vengano impiegati tubi di cemento per i quali è valida sempre quest'ultima prescrizione, questi dovranno essere fabbricati a regola d'arte, con diametro uniforme e gli spessori corrispondenti alle prescrizioni sotto specificate; saranno bene stagionati e di perfetto impasto e lavorazione, sonori alla percussione, senza screpolature e sbavature e muniti di apposite sagomature alle estremità per consentire un giunto a sicura tenuta.

I tubi saranno posati in opera alle livellette e piani stabiliti e su di una platea di calcestruzzo magro a q 2 di cemento per mc di impasto in opera dello spessore più sotto indicato, salvo diversa prescrizione della Direzione dei lavori. Verranno inoltre rinfiancati di calcestruzzo a q 2,50 di cemento per mc di impasto in opera a seconda della sagomatura prevista nei disegni di progetto, previa perfetta sigillatura dei giunti con malta di puro cemento.

DIMENSIONI DEI TUBI E SPESSORE DELLA PLATEA

Ø Tubi in cm	Spessore dei tubi in mm	Spessore della platea in cm
80	70	20
100	85	25
120	100	30

Tabella 10

##### **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 sarà dello spessore minimo di 1,5 mm con tolleranza U.N.I. (Norme U.N.I. 3143), con carico unitario di rottura non minore di 34 kg/mm<sup>2</sup> e sarà protetto su entrambe le facce da zincatura a bagno caldo praticata dopo l'avvenuto taglio e piegatura dell'elemento in quantità non inferiore a 305 gr/mq per faccia.

La verifica della stabilità statica delle strutture sarà effettuata in funzione dei diametri e dei carichi esterni applicati adottando uno dei metodi della Scienza delle Costruzioni (anello compresso, stabilità all'equilibrio elastico, lavori virtuali): sempre però con coefficiente di sicurezza non inferiore a 4.

Le strutture finite dovranno essere esenti da difetti come: soffiature, bolle di fusione, macchie, scalfitture, parti non zincate ecc. Per manufatti da impiegare in ambienti chimicamente aggressivi si dovrà provvedere alla loro protezione mediante rivestimento di mastice bituminoso o asfaltico contenente fibre di amianto avente uno spessore minimo di mm 1,5 inserito sulla cresta delle ondulazioni, che dovrà corrispondere ad un peso di kg 1,5/mq per faccia applicato a spruzzo od a pennello, ovvero di bitume ossidato applicato mediante immersione a caldo negli stessi quantitativi precedentemente indicati.

Il controllo del peso di rivestimento di zinco sarà effettuato secondo le norme indicate dalle specifiche A.S.T.M.A. 90-53. Il controllo della centratura della zincatura sarà eseguito immergendo i campioni in una soluzione di  $\text{CuSO}_4$  nella misura di gr 36 ogni 100 di acqua distillata (come previsto dalle tabelle U.N.I. 1475-1476-4007). Essi dovranno resistere alla immersione senza che appaiano evidenti tracce di rame. Il controllo dello spessore verrà effettuato sistematicamente ed avrà esito positivo se gli spessori misurati in più punti del manufatto rientrano nei limiti delle tolleranze prescritte.

Nel caso gli accertamenti su un elemento non trovino corrispondenza alle caratteristiche previste ed il materiale presenti evidenti difetti, saranno presi in esame altri 2 elementi; se l'accertamento di questi 2 elementi è positivo si accetta la partita, se negativo si scarta la partita. Se un elemento è positivo e l'altro no, si controllano 3 elementi, se uno di questi è negativo si scarta la partita. I pesi, in rapporto allo spessore dei vari diametri, dovranno risultare da tabelle fornite da ogni fabbricante, con tolleranza del  $\pm 5\%$ . Agli effetti contabili sarà compensato il peso effettivo risultante da apposito verbale di pesatura eseguito in contraddittorio purché la partita rientri nei limiti di tolleranza sopraindicati. Qualora il peso effettivo sia inferiore al peso diminuito della tolleranza, la Direzione dei lavori non accetterà la fornitura. Se il peso effettivo fosse invece superiore al peso teorico aumentato della tolleranza, verrà compensato solo il peso teorico aumentato dei valori della tolleranza. Le strutture impiegate saranno dei seguenti tipi:

#### 1) Ad elementi incastrati per tombini

L'ampiezza dell'onda sarà di mm 67,7 (pollici 2 e 3/4) e la profondità di mm 12,7 (1/2 pollice); la lunghezza dell'intero manufatto, al netto di eventuali testate, sarà un multiplo di 0,61 (2 piedi). Il tipo sarà costituito da due mezze sezioni cilindriche ondulate, curvate al diametro prescritto; dei due bordi longitudinali di ogni elemento l'uno sarà a diritto-filo e l'altro ad intagli, tali da formare quattro riseghe atte a ricevere, ad incastro il bordo 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 non corrispondenti. Gli opposti 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 0,30 e luce massima di m 1,75.

#### 2) A piastre multiple per tombini e sottopassi

L'ampiezza dell'onda sarà di mm 152,4 (pollici 6) e la profondità di mm 50,8 (pollici 2). Il raggio della curva interna della gola dovrà essere di almeno mm 28,6 (pollici 1 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 3/4 di pollice ed appartenere alla classe G 8 (norme U.N.I. 3740). Le teste dei bulloni dei cavi dovranno assicurare una perfetta adesione ed occorrendo si dovranno impiegare speciali rondelle. Le forme di manufatti da realizzarsi mediante piastre multiple saranno circolari, con diametro compreso da m 1,50 a m 6,40 e potranno essere fornite con una preformazione ellittica massima del 5% in rapporto al diametro; ribassate luce variabile da m 1,80 a m 6,50; ad arco con luce variabile da m 1,80 a m 9,00; policentriche (per sottopassi), con luce variabile da m 2,20 a m 7,00.

#### 3) Lastroni

I lastroni per coperture di acquedotti e tombini potranno essere in pietra da taglio della qualità più resistente, lavorati a filo dritto sulle due facce laterali di contatto e spianati alla grossa punta sulla loro superficie inferiore e superiore; la loro lunghezza dovrà essere tale da poter appoggiare su ciascun muro per una rientranza non minore di cm 20 e la larghezza minima di ogni pezzo nel senso dell'asse longitudinale dell'acquedotto non dovrà essere mai minore di m 0,50.

I lastrini dovranno essere posati con malta e battuti con mazzuolo fino a far rifluire la malta stessa, in modo da assicurare l'uniforme appoggio sulla sottostante muratura. Potranno essere anche ordinati in conglomerato cementizio armato; per tale caso si richiamano tutte le prescrizioni di cui all'art.61 per la esecuzione delle opere in cemento armato.

Per la posa in opera dei manufatti dovrà essere predisposto un adeguato appoggio, ricavando nel piano di posa un vano profilato secondo le sagome e compatto, interponendo tra il terreno e la tubazione un cuscinetto di materiale granulare fino dello spessore di almeno 30 cm. Il rinterro del quarto inferiore delle condotte sarà eseguito su strati di 15-20 cm con pestelli meccanici o a mano. Le parti terminali dei manufatti dovranno essere munite di testata metallica, oppure in muratura, oppure in cemento armato, secondo le indicazioni del Direttore dei lavori.

#### 4.7. PALIFICAZIONI E FONDAZIONI SPECIALI

##### I) Palificazioni in legno

I pali in legno per fondazione, cioè quelli destinati a reggere direttamente una fondazione, saranno esclusivamente di quercia, rovere, larice rosso, di pino rosso, di ontano o di castagno secondo che sarà ordinato dalla Direzione dei lavori, diritti sani e scortecciati e debitamente congruati alla superficie.

I pali debbono essere battuti fino a rifiuto col maglio di peso adeguato alle dimensioni e al peso dei pali ed alla natura del terreno.

Il rifiuto si intende raggiunto quando l'affondamento prodotto da un determinato numero di colpi di maglio (volata), caduti successivamente dalla medesima altezza, non superi il limite stabilito dalla Direzione dei lavori. Le ultime riprese debbono essere sempre battute in presenza di un incaricato della Direzione dei lavori, né l'Appaltatore può in alcun caso recidere un palo senza che ne abbia ottenuto autorizzazione dall'Agente dell'Amministrazione preposto alla sorveglianza dell'opera. Dal detto agente è tenuto uno speciale registro da firmarsi giornalmente dall'incaricato dell'Appaltatore, nel quale registro è notata la profondità raggiunta da ogni palo giuste le constatazioni che debbono essere fatte in contraddittorio, ed il rifiuto presentato dal palo stesso e quindi il carico che ogni palo può sostenere. I pali debbono essere debitamente poggiati a punta ad un capo, e se si stimerà necessario dal Direttore dei lavori, muniti di cuspidi di ferro, con o senza punta di acciaio, di quel peso e quella forma che saranno stabiliti; all'altro capo, sottoposto ai colpi di maglio, debbono essere opportunamente accomodati e muniti di cerchiatura o viera di ferro che impedisca durante la battitura ogni spezzatura o guasto. Ogni palo che si spezzasse durante l'infissione o deviasse, deve, secondo quanto sarà richiesto dal Direttore dei lavori, essere tagliato o svelto e surrogato da altro a spese e cure dall'Appaltatore.

#### C) SOVRASTRUTTURA STRADALE

##### 4.8. FONDAZIONE STRADALE IN MISTO GRANULARE

Tale fondazione è costituita da una miscela di materiali granulari (misto granulare) stabilizzati granulometricamente con l'aggiunta o meno di legante naturale costituito da terra passante al setaccio 0.4 UNI.

L'aggregato potrà essere costituito da ghiaie, detritici di cava, frantumato, scorie od altro materiale reperito in sito, entro e fuori cantiere, oppure ottenuto da miscelazione di materiali, anche di provenienze diverse, in proporzioni stabilite attraverso indagini preliminari di laboratorio e/o di cantiere.

##### 1. Caratteristiche del materiale da impiegare

Il materiale, dopo l'eventuale correzione e miscelazione, dovrà rispondere alle seguenti caratteristiche:

1. l'aggregato non deve avere dimensioni superiori a 71 mm., né forma appiattita, allungata o lenticolare;
2. la granulometria, avvenuta l'eventuale stabilizzazione, dovrà essere rappresentata da una curva compresa

Crivelli e setacci UNI	Miscela passante % in peso
Crivello 71	100
Crivello 40	75 - 100
Crivello 25	60 - 87
Crivello 10	35 - 67
Crivello 5	25 - 55
Setaccio 2	15 - 40
Setaccio 0.4	7 - 22
Setaccio 0.075	2 - 10

Tabella 12

nel seguente fuso, ad andamento continuo ed uniforme praticamente concorde a quello delle curve limite:

3. il rapporto tra il passante allo 0.075 ed il passante allo 0.4 dovrà risultare inferiore a 2/3;
4. l'indice di plasticità, valutato secondo le norme CNR-UNI 10014, sarà considerato ammissibile fino al 6%;
5. la perdita in peso, eseguita con la prova Los Angeles sulle singole pezzature, dovrà risultare inferiore al 30%;
6. l'equivalente in sabbia misurato sulla frazione passante al setaccio 4 ASTM dovrà risultare compreso tra 25 e 65. Tale controllo dovrà essere eseguito anche per il materiale prelevato dopo il costipamento. Il limite superiore dell'equivalente in sabbia (65) potrà essere variato dalla D.L. in funzione della provenienza e delle caratteristiche del materiale. Per tutti i materiali con equivalente in sabbia compreso

tra 25 e 35, la D.L. richiederà in ogni caso la verifica dell'indice di portanza CBR, di seguito indicata, anche se la miscela contiene più del 60% in peso di elementi frantumati ;

7. l'indice di portanza CBR, da eseguire sul materiale passante al crivello 25 dopo 4 giorni di imbibizione in acqua, dovrà risultare non inferiore a 50. Inoltre, tale condizione dovrà risultare verificata per un intervallo di +2% rispetto all'umidità ottima di costipamento. Se le miscele contengono oltre il 60% in peso di elementi frantumati a spigolo vivo, l'accettazione avverrà sulla base delle sole caratteristiche indicate ai precedenti punti 1 ,2, 4, 5, 6, salvo il caso in cui la miscela abbia un equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35.

## **2. Studi preliminari**

Le caratteristiche suddette dovranno essere accertate dalla D.L. mediante prove di laboratorio sui campioni che l'Impresa avrà cura di presentare a tempo opportuno.

Contemporaneamente l'Impresa dovrà indicare, in forma scritta, fonti di approvvigionamento, tipo di lavorazioni che intende adottare, tipo e consistenza dell'attrezzatura di cantiere che verrà impiegata. I requisiti di accettazione verranno inoltre accertati con controlli in corso d'opera dalla D.L., prelevando campioni di materiale in sito già miscelato, prima e dopo il costipamento.

## **3. Modalità esecutive**

La fondazione avrà spessore secondo progetto, o secondo quanto stabilito dalla D.L. in relazione alla portanza del sottofondo.

La stesa avverrà per strati successivi ciascuno dei quali non dovrà risultare di spessore finito superiore a 20 cm. o inferiore a 10 cm..

Il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito fino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 95% della densità massima fornita dalla prova AASHO modificata ed un modulo di deformazione secondo le norme CNR n° 146 nell'intervallo di pressione compreso tra 0.15 e 0.25 N/mm<sup>2</sup>., non inferiore a 80N/mm<sup>2</sup>..

Lo strato di fondazione, avente anche funzione anticapillare, sarà formato da misti aridi il cui valore C.B.R. saturo non sia inferiore al 60% ed il cui indice di plasticità sia inferiore od uguale a 6.

Detto materiale consisterà in misto di fiume naturale composto da ghiaie e sabbie e dovrà essere esente da materie vegetali e da argille. Possibilmente avrà granulometria rientrante nei seguenti limiti:

- setaccio da 3" -Percentuale passante in peso 100%.
- setaccio da 2" -Percentuale passante in peso 80-100%.
- setaccio da 3/8" -Percentuale passante in peso 25-60%.
- setaccio n. 40 ASTM -Percentuale Max. passante in peso 10%

Le cave saranno aperte a cura e spese dell'Impresa e dovranno esser preventivamente accettate dalla D.L..

Il materiale dello strato di fondazione dovrà essere posto in opera preventivamente vagliato e compattato al 95% della densità massima AASHO modificata.

Il valore del modulo di deformazione Md , misurato con il metodo della piastra di diametro di cm 30 (Norma Svizzera VSS-SNV 70317) nell'intervallo compreso fra 0,25 e 0,35 N/mm<sup>2</sup>, non dovrà essere inferiore a 100 N/mm<sup>2</sup>.

Il costipamento sarà effettuato con l'attrezzatura più idonea al tipo di materiale impiegato, e comunque approvata dalla D.L. e dovrà interessare la totale altezza dello strato di fondazione.

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

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

La densità ottenuta dopo il costipamento sarà verificata con la frequenza prevista all'articolo seguente per lo strato di base, a cura e spese dell'Impresa e sotto il controllo della D.L.

## **4.9. STRATO DI BASE IN GRANULATI DI FRANTUMAZIONE**

Lo strato di base dovrà essere costituito da pietrischi, pietrischetti e graniglie e da un materiale di riempimento costituito da sabbia o da altro materiale minerale a granulometria minuta proveniente da frantumazione di calcari.

I suddetti materiali dovranno essere classificati secondo una graduazione costante la cui gamma passerà dai materiali grossolani ai materiali fini e conformarsi alle caratteristiche indicate nella formula seguente. Setaccio Percentuale in peso, del passante a setaccio a maglie quadre:

2"	(mm. 50,8)	100
1 1/2"	(mm. 38,1)	70/100
1"	(mm. 25,4)	55/85
3/4"	(mm. 19,1)	50/80
3/8"	(mm. 9,52)	40/70
n.4 serie ASTM	(mm. 4,76)	30/60
n.10 serie ASTM	(mm. 2,00)	20/50
n.40 serie ASTM	(mm. 0,42)	10/30
n.200 serie ASTM	(mm. 0,074)	5/15

Tabella 13

La quantità di materiale trattenuta al setaccio n. 10 dovrà essere classificata tra i materiali inerti grossolani, quella passante al setaccio n. 10 tra i materiali inerti fini, mentre l'aliquota di materiale passante al 100% al setaccio n. 30 e per lo meno al 65% al setaccio n. 200 verrà considerata materiale per riempimento.

Detti materiali dovranno essere esenti da qualsiasi materia vegetale o grumi di argilla.

La percentuale di usura dei materiali inerti grossolani non dovrà essere superiore a 50 dopo 500 rivoluzioni dell'apparecchiatura prevista dalla prova AASHO T 96.

Le percentuali granulometriche riportate nella precedente tabella in base alle prescrizioni della AASHO T 88-57, dovranno potersi applicare al materiale inerte tanto dopo il suo impiego sulla strada, quanto nel corso delle prove effettuate alla cava di prestito o alle altre fonti di provenienza.

Il passante al setaccio n. 200 non dovrà superare la metà del passante al setaccio n. 40. Il passante al setaccio n. 40 dovrà avere un limite liquido non superiore a 25 ed un indice di plasticità non superiore a 4.

La miscela dovrà avere un valore C.B.R. saturo non inferiore all'80%.

Qualora fosse necessario aggiungere materiali inerti fini di riempimento ai materiali naturalmente presenti nello strato di base allo scopo di soddisfare caratteristiche granulometriche o per garantire una soddisfacente chiusura del materiale, questi dovranno essere unicamente mescolati ai materiali dello strato di base in adeguato impianto di setacciatura e di frantumazione o direttamente sulla strada. Il materiale destinato a questo scopo dovrà provenire da fonti approvate dalla D.L. ed essere esente da argille.

Le cave dovranno essere approvate prima di iniziare qualsiasi operazione di frantumazione.

Il materiale granulare dello strato di base sarà posto in opera su di uno strato di fondazione e costipato secondo gli spessori indicati nei Disegni.

La posa in opera del materiale avrà inizio nei luoghi indicati dalla D.L. impiegando cassoni distributori o veicoli appositamente attrezzati per la distribuzione del materiale in strati o cordoli uniformi.

In ogni caso la posa in opera del materiale verrà eseguita solo previa accettazione da parte della D.L. dello strato di fondazione, la quale accettazione non esonera però l'Impresa da ogni responsabilità fino al collaudo finale.

Lo strato ed il cordonato deve avere dimensioni tali che, dopo steso e compattato, tenuto conto di eventuale materiale di miscelatura da aggiungere sulla strada, risulti dallo spessore prescritto e riportato nei disegni.

Qualora le operazioni di trasporto dovessero svolgersi su materiale appena posto in opera, i mezzi di trasporto dovranno passare nella misura più uniforme possibile su tutta l'area costituita dagli strati precedentemente eseguiti.

A posa in opera avvenuta di ogni singolo strato di materiale grossolano dello strato di base ed aggiunta di materiale di mescolatura ove richiesto, tutto lo strato verrà accuratamente mescolato su tutta la sua profondità utilizzando livellatrici semoventi, mescolatori mobili o altra attrezzatura di mescolatura. Durante le operazioni di mescolatura, l'acqua sarà aggiunta nelle quantità necessarie per ottenere il tenore ottimo di umidità in vista del costipamento. Una volta uniformemente mescolato, il materiale verrà livellato in modo regolare fino a raggiungere sia uno spessore uniforme, sia, nel caso dello strato superficiale, la quota della sezione trasversale indicata nei disegni di progetto.

L'Impresa dovrà prestabilire le sequenze di queste operazioni in modo da assicurare entro quarantotto ore l'ultimazione del livellamento.

Subito dopo il livellamento finale e lo spianamento, ogni strato sarà costipato su tutta la sua larghezza fino a raggiungere il 95% della densità massima AASHO modificata.

Il valore del modulo di deformazione Md sarà non minore di quello descritto per la fondazione stradale. Lo spessore dello strato di base ultimato non dovrà differire di più di cm. 1 dallo spessore indicato nei disegni.

Subito dopo il costipamento finale dello strato di base, lo spessore e la densità dovranno essere rilevati in uno o più punti di ogni singolo tratto di m. 300 di opera completata.

La campionatura dovrà essere fatta a mezzo di fori di prova o altri metodi approvati. I punti prescelti per dette misurazioni dovranno essere indicati dalla D.L. per ogni tratto di m. 300, secondo il sistema di campionatura a caso allo scopo di evitare qualsiasi sezione regolare di tali punti di prelievo ed avendo cura di toccare svariati punti della sezione trasversale. Qualora le operazioni non denunciassero scarti di spessore eccedenti le

tolleranze, l'intervallo tra le prove potrà venire aumentato a discrezione della D.L. fino ad un massimo di m. 1.000 con prove saltuarie effettuate a intervalli più ravvicinati. Qualora le misure comprovassero scarti di spessore superiori alle tolleranze indicate nei disegni, misure supplementari dovranno essere effettuate ad intervalli approssimativi di m.50 fino a riportare detti spessori nei limiti di tolleranze prescritti. Qualsiasi area le cui misure non fossero in detti limiti di tolleranza dovrà essere riportata ai valori prescritti tramite eliminazione o aggiunta del necessario materiale di base sagomato e costipato secondo quanto prescritto.

L'esecuzione dei sondaggi di prova e la loro colmatatura con materiale opportunamente costipato dovrà essere fatta dall'Impresa a sue spese e sotto la supervisione della D.L..

Qualora venisse prescritto di effettuare il controllo della sezione trasversale tipo indicata nei disegni a mezzo di una sagoma del colmo stradale e di un regolo di ml. 3 a spigoli vivi, rispettivamente applicati ad angolo retto e parallelamente all'asse della strada, lo scarto registrabile tra due contatti superficiali non dovrà in nessun caso superare cm. 1,5 e cm. 1 rispettivamente per detta sagoma del colmo stradale e per il regolo a spigoli vivi. Qualora l'Impresa decidesse di produrre e di accumulare materiali inerti prima della loro posa in opera sulla strada, detti materiali dovranno essere accumulati secondo i volumi ed i luoghi indicati dalla D.L.. Prima di procedere a questa operazione detti luoghi dovranno essere decespugliati, puliti e spianati.

#### 4.10. STRATI DI FONDAZIONE O DI BASE IN MISTO CEMENTATO

##### - Descrizione:

Gli strati di misto cementato per fondazione o per base sono costituiti da un misto granulare di ghiaia (o pietrisco) e sabbia impastato con cemento ed acqua in impianto centralizzato a produzione continua con dosatori a peso o a volume.

Gli strati in oggetto avranno lo spessore che sarà prescritto dalla Direzione dei Lavori. Comunque si dovranno stendere strati il cui spessore finito non risulti superiore a 20 cm. o inferiore a 10 cm..

##### - Caratteristiche dei materiali da impiegarsi.

Materiali inerti:

Saranno impiegati: frantumati di cava o di fiume con percentuale di frantumato complessivo compresa tra il 30% ed il 60% in peso sul totale degli inerti (nella misura minima del 50% in peso totale della miscela), ghiaie, sabbie. La D.L. potrà permettere l'impiego di quantità di materiale frantumato superiori al limite stabilito a condizione che la miscela presenti resistenze a compressione e a trazione a 7 giorni uguali a quelle di seguito indicate: tale risultato potrà ottenersi aumentando la percentuale delle sabbie presenti nella miscela e/o la quantità di passante al setaccio 0.075 mm.

I materiali avranno i seguenti requisiti:

- 1) l'aggregato deve avere dimensioni non superiori a 40 mm., né forma appiattita, allungata o lenticolare;
- 2) granulometria, a titolo orientativo, compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo ed uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti:

Serie crivelli e setacci UNI	Passante totale in peso %
Crivello 40	100
Crivello 25	60-80
Crivello 15	40-60
Crivello 25	35-50
Crivello 5	25-40
Setaccio 2	15-30
Setaccio 0,4	7-15
Setaccio 0,18	0-6

**Tabella 14**

Serie crivelli e setacci UNI	Passante totale in peso %
Crivello 40	100
Crivello 30	80-100
Crivello 25	72-90
Crivello 15	53-70
Crivello 10	40-55
Crivello 5	28-40
Setaccio 2	18-30
Setaccio 0,4	8-18
Setaccio 0,18	6-14
Setaccio 0,075	5-10

3) coefficiente di frantumazione dell'aggregato (secondo CNR fascicolo 4/1953) non superiore a 160

- 3) coefficiente di frantumazione dell'aggregato (secondo CNR fascicolo 4/1953) non superiore a 160;
- 4) perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le Norme ASTM C 131 - AASHTO T 96 CNR n° 29 inferiore o uguale al 30% (40%);
- 5) equivalente in sabbia compreso fra 30 e 60 (35 e 55);
- 6) indice di plasticità non determinato (materiale non plastico).

La D.L. potrà tuttavia ammettere l'impiego di materiali aventi equivalenti in sabbia maggiori di 55, purché le quantità di cemento da aggiungere non siano tali da provocare fessurazioni per ritiro. L'Impresa dopo avere eseguito prove in laboratorio, dovrà proporre alla Direzione dei Lavori la composizione da adottare e successivamente l'osservanza della granulometria dovrà essere assicurata con esami giornalieri. Verrà ammessa una tolleranza di + o - 5 punti % fino al passante al crivello n. 5 e di + o - 2 punti % per il passante al setaccio 2 e inferiori.

#### Legante.

Verrà impiegato cemento di tipo normale (Portland, pozzolanico, d'alto forno). A titolo indicativo la percentuale di cemento sarà compresa tra il 2.5% ed il 3.5% (3% ed il 5%) in peso sul peso degli inerti asciutti.

#### Acqua.

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

#### Miscela - Prove di laboratorio e in sito.

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

#### Resistenza.

Verrà eseguita la prova di resistenza a compressione sui provini cilindrici confezionati entro stampi CBR (CNR - UNI 10009) impiegati senza disco spaziatore (altezza 17,78 cm. diametro 15,24 cm., volume 32,42 cmc.); per il confezionamento dei provini gli stampi verranno muniti di collare di prolunga allo scopo di consentire il regolare costipamento dell'ultimo strato con la consueta eccedenza di circa 1 cm. rispetto all'altezza dello stampo vero e proprio. Tale eccedenza dovrà essere eliminata previa rimozione del collare suddetto e rasatura dello stampo, affinché l'altezza del provino risulti definitivamente di cm. 17,78. La miscela di studio verrà preparata partendo da tutte le classi previste per gli inerti, mescolandole tra loro, con il cemento e l'acqua nei quantitativi necessari ad ogni singolo provino. Comunque prima di immettere la miscela negli stampi si opererà una vagliatura sul crivello UNI 25 mm. (o setaccio ASTM ¾") allontanando gli elementi trattenuti (di dimensione superiore a quella citata) con la sola pasta di cemento ad essi aderente. La miscela verrà costipata su 5 strati con il pestello e l'altezza di caduta di cui alla norma AASHTO T 180 - CNR n° 65 e 85 colpi per strato, in modo da ottenere una energia di costipamento pari a quella della prova citata (diametro pestello mm. 50,8, peso pestello Kg. 4,54, altezza di caduta cm. 45,7). I provini dovranno essere estratti dallo stampo dopo 24 ore e portati successivamente a stagionatura per altri 6 giorni in ambiente umido (umidità relativa non inferiore al 90% e temperatura di 20° C circa); in caso di confezione in cantiere la stagionatura si eseguirà in sabbia mantenuta umida.. Operando ripetutamente nel modo suddetto, con impiego di percentuali in peso d'acqua diverse (sempre riferite alla miscela intera, compreso quanto eliminato per vagliatura sul crivello da 25 mm.) potranno essere determinati i valori necessari al tracciamento dei diagrammi di studio. Lo stesso dicasi per le variazioni della percentuale di legante.

I provini confezionati come sopra descritto dovranno avere resistenze a compressione a 7 giorni non minori di 2.5 N/mm<sup>2</sup>. e non superiori a 4.5 N/mm<sup>2</sup>. ed a trazione secondo la prova "brasiliiana"(\*) non inferiore a 0.25 N/mm<sup>2</sup>. (Tali valori dovranno risultare dalla media dei valori di 3 provini se ciascuno dei singoli valori non si scosta dalla media stessa di + o - 15%; altrimenti dalla media dei due restanti dopo aver scartato il valore anomalo). Da questi dati di laboratorio dovranno essere scelte la curva, la densità e le resistenze di progetto da usare come riferimento nelle prove di controllo.

#### Preparazione.

La miscela verrà confezionata in appositi impianti centralizzati con dosatori a peso o a volume. La dosatura dovrà essere effettuata sulla base di un minimo di tre assortimenti, ed il controllo della stessa dovrà essere eseguito almeno ogni 1500 mc. di miscela.

#### Posa in opera.

La miscela verrà stesa sul piano finito dello strato precedente dopo che sia stata accertata dalla D.L. la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma e compattezza prescritti.

La stesa verrà eseguita impiegando finitrici vibranti. Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli lisci o rulli gommati (statici o vibranti), tutti semoventi.

L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno, per ogni cantiere, determinati dalla D.L. su una stesa sperimentale usando le miscele messe a punto per quel cantiere (Prova di costipamento).

La stesa della miscela non dovrà di norma essere eseguita con temperature ambiente inferiori a 0°C. e superiori a 25°C. né sotto pioggia battente. Potrà tuttavia essere consentita la stesa a temperatura compresa tra i 25°C. e i 30°C. In questo caso, però, sarà necessario proteggere da evaporazione la miscela durante il trasporto dall'impianto di miscelazione al luogo (ad esempio con teloni); sarà inoltre necessario provvedere ad abbondante bagnatura del piano di posa del misto cementato. Infine, le operazioni di costipamento e di stesa dello strato di protezione con emulsione bituminosa dovranno essere eseguite immediatamente dopo la stesa della miscela. Le condizioni ideali di lavoro si hanno con temperature di 15°C./18°C. ed umidità relative anch'esse crescenti; comunque è opportuno, anche per temperature inferiori alla media, che l'umidità relativa all'ambiente non scenda al di sotto del 15% in quanto ciò potrebbe provocare ugualmente una eccessiva evaporazione del getto. Il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce affiancate non dovrà superare di norma 1-2 ore per garantire la continuità della struttura.

Particolari accorgimenti dovranno adottarsi nella formazione dei giunti longitudinali di ripresa, che andranno protetti con fogli di polistirolo espanso (o materiale similare) conservati umidi. Il giunto di ripresa sarà ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una tavola e togliendo la tavola stessa al momento della ripresa del getto; se non si fa uso della tavola, sarà necessario, prima della ripresa del getto, provvedere a tagliare l'ultima parte del getto precedente, in modo che si ottenga una parete verticale per tutto lo spessore dello strato. Non saranno eseguiti altri giunti all'infuori di quelli di ripresa. Il transito di cantiere sarà ammesso sullo strato a partire dal terzo giorno dopo quello in cui è stata effettuata la stesa e limitatamente ai mezzi gommati. Strati eventualmente compromessi dalle condizioni meteorologiche o da altre cause, dovranno essere rimossi e sostituiti a totale cura e spese dell'Impresa.

#### Protezione superficiale.

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

#### Norme di controllo ed accettazione.

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm. controllata a mezzo di un regolo di m. 4,50 di lunghezza, disposto secondo due direzioni ortogonali, e tale scostamento non potrà essere che saltuario. Qualora si riscontri un maggior scostamento dalla sagoma di progetto, non è consentito il ricarico superficiale e l'Impresa dovrà rimuovere a sua totale cura e spesa lo strato per il suo intero spessore. La densità in sito non dovrà essere inferiore al 97% della densità di progetto (95% della densità raggiunta in laboratorio nei provini su cui è misurata la resistenza). Il prelievo del materiale dovrà essere eseguito durante la stesa con cadenza giornaliera (almeno 1 prova per giorno lavorativo) ovvero prima dell'indurimento, mediante i normali procedimenti a volumometro, con l'accorgimento di

eliminare dal calcolo, sia del peso che del volume, gli elementi di dimensione superiore a 25 mm.

Ciò potrà essere ottenuto attraverso applicazione della formula di trasformazione (punto C, par. A, art. Sovrastruttura stradale, Capitolato speciale ANAS- Norme tecniche) oppure attraverso misura diretta consistente nella separazione mediante vagliatura degli elementi di pezzatura maggiore di 25 mm. e nella loro sistemazione nel cavo di prelievo prima di effettuare la misura con il volumometro. La sistemazione di tali elementi nel cavo dovrà essere effettuata con cura, elemento per elemento, per evitare la formazione di cavità durante la misurazione del volume del cavo stesso.

Il controllo di densità potrà essere anche effettuato sullo strato finito con almeno 10-20 giorni di stagionatura, su provini estratti tramite carotatrice; la densità secca ricavata come rapporto tra il peso della carota essiccata in stufa a 105-110 °C fino al peso costante ed il suo volume ricavato per mezzo di pesata idrostatica previa paraffinatura del provino: in questo caso la densità dovrà risultare non inferiore al 100% di quella di progetto.

Nel corso delle prove di densità verrà anche determinata l'umidità della miscela che, per i prelievi effettuati alla stesa, non dovrà superare le tolleranze indicate al precedente punto b- del presente articolo.

La resistenza a compressione e a trazione verrà controllata su provini confezionati in maniera del tutto simile a quelli di studio preparati in laboratorio, prelevando la miscela durante la stesa e prima del costipamento definitivo, nella quantità necessaria per il confezionamento di 6 provini (tre per le rotture a compressione e tre per quelle a trazione), previa la vagliatura al crivello da 25 mm. Misurata la resistenza a compressione a 7 giorni dei quattro provini in questione e scartato il valore più basso, la media degli altri tre dovrà servire per confronto con la resistenza preventivamente determinata in laboratorio. Questo controllo dovrà essere effettuato ogni 1500 mc. di materiale costipato. La resistenza a 7 giorni di ciascun provino preparato con la miscela stesa, non dovrà discostarsi da quella preventivamente determinata in laboratorio di oltre + o - 20% e, comunque non dovrà mai essere inferiore a 2.5 N/mm<sup>2</sup> per la trazione.

#### 4.11. BANCHINE - PAVIMENTAZIONE DI STRADE SECONDARIE

Per la formazione delle banchine e per il risanamento e il rifacimento di strade secondarie, deviate o spostate, verranno impiegati detriti di cava leggermente plastici (indice di plasticità compreso fra 6 e 12) aventi la granulometria prevista per lo strato di fondazione. I suddetti detriti di cava, dopo essere stati approvati dalla

Direzione dei Lavori, saranno compattati al 90% della densità massima della prova AASHO modificata. Gli spessori dovranno corrispondere ai disegni di progetto. I controlli e le verifiche riguardanti granulometria, spessori e densità saranno effettuati con le stesse modalità previste dall'articolo precedente per lo strato di base.

Lungo tratti di strada in rilevato e, comunque dove necessario, potranno essere previsti in progetto o richiesti dalla D.L. eventuali successivi inerbimenti delle banchine e/o di scarpate da eseguirsi mediante il riporto di uno strato di materiale terroso, prelevato ad una profondità massima di 1m. da terreni a destinazione agraria, idoneo alla semina (con l'impiego minimo di 120 kg di miscuglio da semina per ettaro) ed allo sviluppo dell'apparato radicale del manto erboso che sarà costituito da erbe perenni da prato, come pure la formazioni di arginelli al margine della carreggiata, inclusa la realizzazione di inviti, nei punti opportuni, per il convogliamento delle acque superficiali attraverso gli embrici ed il successivo recapito della stessa presso i fossi di guardia al piede della scarpata. In alternativa e dietro richiesta o preventiva autorizzazione della D.L. , potranno effettuarsi trapianti di zolle di prato polifita stabile di larghezza media di 30 cm. poste in opera su il terreno precedentemente profilato e ricaricato.

#### 4.12. STRATO BITUMINOSO DI MISTO BITUMATO, BASE, BINDER, TAPPETO D'USURA

##### **PREMESSA**

Le presenti norme tecniche sono state predisposte per indagare prevalentemente le caratteristiche prestazionali dei materiali costituenti il pacchetto stradale, ovvero quelle caratteristiche che sono direttamente responsabili del comportamento atteso della pavimentazione in opera. Tutti i materiali di impiego dovranno essere conformi alle vigenti normative in tema di costruzioni di strade nonché di marcatura CE secondo le norme europee armonizzate.

Per i conglomerati bituminosi, si auspica la produzione di marchi CE in conformità con l'approccio fondamentale piuttosto che con quello empirico poiché meglio identifica le proprietà dei materiali basandosi sulle loro prestazioni. La scelta del tipo di approccio comunque non solleva l'impresa a produrre prove di tipo prestazionale dove richieste nel presente capitolato.

La DL facoltà di richiedere l'integrazione degli studi delle miscele proposti qualora questi risultassero deficitari.

Particolare attenzione sarà posta dalla DL agli studi di mix design proposti dalle Imprese i cui requisiti dichiarati saranno strettamente controllati e verificati sia per quanto concerne i valori compositivi sia per le caratteristiche meccaniche.

##### **INDICAZIONI DELLE PROVVISI E SIGLE NOMINALI DEI PRODOTTI**

N° art. E.P.	INDICAZIONE DELLE PROVVISI	DESIGNAZIONE CE
		<b>DEL PRODOTTO (UNI EN 13108) CON BITUME 50/70</b>
...	Fornitura e posa di conglomerato bituminoso per strato di collegamento (binder)	CB20BINDER 50-70
e.p.u. Strade.54	Fornitura e posa di conglomerato bituminoso per strato di usura Dmax 12,5 mm	CB 12,5 USURA 50-70
e.p.u. Strade.52.1	Fornitura di conglomerato bituminoso per strato di usura e per risagomature	CB 8 USURA 50-70

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

TIPO DI MISCELA	DIMENSIONE MASSIMA AGGREGATI	TIPO DI BITUME	NORMA DI RIFERIMENTO
BINDER BITUME TAL QUALE	20	Normale Pen 50-70	UNI EN 13108-1
USURA BITUME TAL QUALE	8-12,5	Normale Pen 50-70	UNI EN 13108-1

## **A.1 CONGLOMERATI BITUMINOSI**

### **A.1.1. 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.

#### **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.

#### **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 benestare della D.L.

### **A.1.2. 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:

CARATTERISTICHE DELL'EMULSIONE BITUMINOSA			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Polarità	UNI EN 1430	-	Cationica
Contenuto di legante+flussante	UNI EN 1431	%	>55+/-2
Contenuto d'acqua	UNI EN 1428	%	45+/-2
Contenuto di flussante	UNI EN 1431	%	<3
Indice di rottura	UNI EN13075-1	-	da 70 a 130
Sedimentazione a 7 giorni	UNI EN 12847	%	<10
Penetrazione a 25 °C (sul residuo bituminoso)	UNI EN 1429	dmm	da 70 a 220
Punto di rammollimento (sul residuo bituminoso)	UNI EN 1427	°C	da 40 a 45
Punto di rottura FRAASS (°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.

### **A.1.3. 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 58-1 "Metodi di campionamento dei leganti bituminosi".

Per il confezionamento dei conglomerati bituminosi potranno essere usati le seguenti categorie di bitumi, in relazione al progetto esecutivo:

<i>BITUMI</i>	Norme di riferimento	Tal Quale (50/70)
		UNI
		EN 12591
Palla e anello (°C)	UNI EN 1427	46-54
Penetrazione (dmm)	UNI EN 1426	50–70
Ritorno elastico (%)	UNI EN 13398	> 60
Punto di rottura FRAASS (C°)	UNI EN 12593	≤ -8
Stabilità allo stoccaggio tuben test °C	UNI EN 13399	-
Viscosità dinamica a 160 °C (Pa·s)	UNI EN 13302	0,03- 0,10
<i>Valori dopo RTFOT - UNI EN 12607</i>		
Penetrazione residua (%)	UNI EN 1426	≥ 50
Incremento del punto di rammollimento (°C)	UNI EN 1427	≤ 11

#### **B.1.7. 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. 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.

#### **B.1.8. 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.

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).

### **A.2 CONGLOMERATI BITUMINOSI PRODOTTI A CALDO**

#### **A.2.1.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 dovranno essere presentati in uno studio di "mix design" e determineranno l'accettazione dei materiali.

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.

I requisiti, determinati mediante le prove iniziali di qualifica dovranno essere conformi alle caratteristiche descritte nelle presenti Prescrizioni tecniche alla voce 'Procedura di studio con pressa giratoria'.

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 da essa incaricato e autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ed i cui oneri saranno a carico dell'Impresa stessa. L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Impresa, relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

Qualora l'Impresa fornisca un prodotto con caratteristiche compositive innovative, la Direzione Lavori ha facoltà di richiedere prove comparative con materiali tradizionali corrispondenti, presso un proprio laboratorio da essa incaricato e autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ed i cui oneri saranno a carico dell'Impresa stessa.

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.

**Nello studio di mix design dovrà essere indicato il livello di frequenza di controllo (livello X,Y Z) dell'impianto di produzione del conglomerato bituminoso secondo la descrizione riportata nella norma UNI EN 13108-21.**

Lo studio di mix design ha validità fino ad un massimo di 5 anni. Qualora uno o più componenti della miscela dovessero essere modificati nelle quantità oppure nella provenienza, è necessario riformulare un nuovo studio per la miscela ottimale.

### **A.2.2. PROCEDURA DI STUDIO DELLE MISCELE CON PRESSA GIRATORIA**

L'Impresa dovrà formulare la miscela ottimale secondo il metodo Volumetrico con pressa giratoria al fine di individuare, in funzione della composizione granulometrica, la quantità effettiva di bitume e le densità ottimali del conglomerato bituminoso all'incrementare del grado di compattazione che questo subisce.

Il macchinario, pressa giratoria, dovrà avere la seguente configurazione:

CONDIZIONI DI PROVA:	
angolo di rotazione:	1,25° +0,02°
velocità di rotazione:	30 rotazioni/minuto
pressione verticale:	kPa 600
diametro del provino:	150 mm per miscele di binder
	100/150 mm per miscele di usura

La miscela è posta nelle fustelle e compattata alla temperatura ottimale di posa in opera che varia in relazione al tipo di bitume impiegato. Prima della procedura di compattazione ogni fustella va posta in forno alla stessa temperatura a cui viene portato il conglomerato.

- I valori di riferimento per il controllo delle densità in opera sono quelli corrispondenti a  $D_p$  ovvero alla densità ottimale di progetto; il numero di giri necessari per ottenere tali densità ( $N_p$ ) deve essere dichiarato dall'Impresa nello studio di mix design assieme a  $D_{max}$ , densità della miscela a fine vita utile (corrispondente a volume di vuoti come rappresentato in tabella).

Per ogni materiale studiato deve essere costruita la curva di addensamento su grafico densità (o % vuoti)/numero di giri e devono essere registrati i numero di rivoluzioni corrispondenti a:

	Numero di giri di mix design		
Densità della miscela		Valori	
Sigla			
		vuoti binder	vuoti usura
D <sub>10g</sub>	N <sub>10g</sub> =10	da 10% a 15%	da 12% a 17%
D <sub>p</sub>	N <sub>p</sub> = da definire nello studio di mix design	da 4% a 6%	da 4,5% a 7%

D <sub>max</sub>	N <sub>max</sub> =200±20 (valore indicativo)	> 2,0%	> 2,5%

Non sono ammesse miscele che hanno valori di vuoti eccedenti le prescrizioni riportate in tabella.

Il controllo delle densità sul materiale prelevato in opera dovrà verificare la rispondenza della curva di addensamento della miscela ed in particolare deve essere verificata la densità D<sub>p</sub> al numero di giri corrispondente N<sub>p</sub>. Si rende quindi necessario che, prima dei controlli, al laboratorio della DL venga fatto pervenire lo studio di mix design dell'Impresa.

#### VERIFICA DELLE DENSITÀ OTTENUTE SUI PROVINI CILINDRICI COSTIPATI:

Dal momento che, con pressa giratoria, la densità del materiale è calcolata secondo metodo geometrico e il provino non ha una superficie completamente liscia, nella fase di qualifica del materiale, il peso di volume del campione dovrà essere normalizzato attraverso un coefficiente di correzione ottenuto come:

$$C = P_{vol \text{ misurato}} / P_{vol \text{ geometrico}}$$

P<sub>vol misurato</sub> = peso di volume del campione costipato a N<sub>max</sub> misurato secondo la UNI EN 12697-6 procedura A/B/C in relazione al tipo di miscela impiegata

P<sub>vol geometrico</sub> = peso di volume geometrico del campione a N<sub>max</sub>.

Il coefficiente di correzione C così determinato consente di determinare il peso di volume del conglomerato compattato a qualsiasi giro secondo la formula:

$$P_{vol \text{ corr}} = C * P_{vol \text{ geometrico}}$$

Dovrà essere prodotto un ulteriore provino al numero di giri N<sub>p</sub> corrispondenti al grado di addensamento ottimale scelto e dovrà essere verificata la sua densità *effettiva* (peso di volume effettivo) mediante i metodi di misura riportate nella norma corrispondente: il valore risultante da tale prova corrisponde a D<sub>p</sub>.

Tale prescrizione ha lo scopo di mettere in relazione il metodo di prova per determinare il valore della densità di progetto D<sub>p</sub> derivante dallo studio della miscela, con quello impiegato per valutare le densità delle carote prelevate dalla pavimentazione (i cui valori vengono determinati in conformità alla norma UNI EN 12697-6).

#### CONTENUTI DELLO STUDIO DI MIX DESIGN

Il produttore, nello studio di qualifica della miscela deve esplicitare:

Caratteristiche fisiche e meccaniche dei materiali costituenti come specificato nelle presenti Norme Tecniche
Caratteristiche meccaniche e compositive della miscela come specificato nelle presenti Norme Tecniche
Parametri di studio e di controllo della miscela:
N <sub>10g</sub>
N <sub>p</sub>

$N_{\max}$
T °C di costipamento del materiale
Curva di fatica e $\epsilon_6$ caratteristico del materiale

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.

Si prescrive che la caratterizzazione delle miscele attraverso le prove di tipo iniziali avvenga attraverso *approccio fondamentale* piuttosto che *approccio empirico*.

La Direzione Lavori si riserva di effettuare 2 prelievi nell'arco del periodo di stesa sui quali condurre le prove di fatica. Il valore di soglia  $\epsilon_6$  sarà confrontato con il valore dichiarato nello studio della miscela. Sarà lasciata libertà di selezionare la configurazione di prova per la conduzione della prova; il laboratorio della DL eseguirà il controllo del materiale con la stessa configurazione di prova dichiarata dal produttore.

#### **A.2.3. PROCEDURA DI CONTROLLO DELLE MISCELE IN LABORATORIO MOBILE IN SITO O IN LABORATORIO FISSO**

I valori limiti di accettazione di seguito riportati fanno riferimento a campioni confezionati sia in sito oppure in laboratorio fisso. La procedura di confezionamento in laboratorio fisso prevede il necessario riscaldamento del materiale in arrivo (ormai freddo e consolidato) alle stesse temperature di stesa e compattazione; in tal modo, a causa di un primo processo di ossidazione del bitume, il materiale esibisce comportamento più rigido che dovrà essere tenuto in conto nei risultati delle prove.

### A.3. MATERIALI COSTITUENTI

#### AGGREGATI LAPIDEI DA IMPIEGARE NELLE MISCELE

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 nei conglomerati bituminosi a caldo, qualora non specificato diversamente, dovranno essere conformi alle seguenti prescrizioni:

- ☐ ☐ Direttiva Prodotti da Costruzione 89/106 CEE e conseguente Decreto di applicazione 16/11/2009 – GU n. 40 del 18/02/2010;
- ☐ ☐ 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  $D \leq 45 \text{ mm}$  e non dovrà provenire da rocce scistose o degradate; potrà invece essere costituito da aggregati naturali quali ghiaie naturali, ghiaie frantumate, pietrischetti e graniglie privi di elementi di alterazione (polvere o materiali estranei), o aggregati artificiali quali scorie di acciaierie, argilla espansa etc. L'impiego di scorie è assoggettato al rispetto delle prescrizioni contenute nella norma UNI EN 14227-2; i risultati delle prove previste da questa norma dovranno essere inserite nello studio di mix design.

Gli aggregati per miscele bituminose, oltre alle caratteristiche obbligatorie indicate nel GU n. 40 del 18/02/2010, dovranno comunque soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

REQUISITO	METODO DI PROVA	CATEGORIA (UNI EN 13043)	REQUISITI ULTERIORI	MATERIALE
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	LA <sub>25</sub> LA <sub>20</sub>	-	BINDER
			-	USURA
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F <sub>1</sub>	-	BINDER
Percentuale di superfici frantumate	UNI EN 933-5	C <sub>95/1</sub> C <sub>95/1</sub>	-	BINDER
			-	USURA
Affinità ai leganti bituminosi	UNI EN 12697-11	-	<5%	BINDER
				USURA
Coefficiente di	UNI EN 933-3	FI <sub>15</sub>	-	BINDER

appiattimento		FI <sub>10</sub>		USURA
Resistenza alla levigazione	UNI EN 1097-8	PSV <sub>44</sub>	-	USURA

Gli aggregati fini per miscele bituminose, oltre alle caratteristiche obbligatorie indicate nel GU n. 40 del 18/02/2010, dovranno comunque soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELL'AGGREGATO FINE				
REQUISITO	METODO DI PROVA	CATEGORIA (UNI EN 13043)	REQUISITI ULTERIORI	MATERIALE
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	-	SE >70%	BINDER
			SE >75%	USURA

L'aggregato filler appartiene alla classe costituita in prevalenza da particelle passanti al setaccio 0,063 mm e possono essere utilizzati oltre a materiale proveniente da frantumazione di rocce calcaree anche cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di roccia asphaltica e ceneri volanti. Queste, per poter essere impiegate nelle miscele, dovranno rispettare le prescrizioni contenute nella norma UNI EN 14227-4 le cui risultanze devono essere inserite nello studio di mix design.

Le caratteristiche del filler sono le seguenti:

CARATTERISTICHE DELL'AGGREGATO FILLER				
REQUISITO	METODO DI PROVA	CATEGORIA (UNI EN 13043)	REQUISITI ULTERIORI	
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 1789-12	-	N.P.	BINDER USURA
Porosità del filler compattato secco (Ridgen)	UNI EN 1097-4	V <sub>28/45</sub>	-	BINDER USURA
Palla anello (filler/bitume= 1,5)	UNI EN 13179-1	Δ <sub>R&amp;B8/16</sub>	-	BINDER USURA

## A.4 STRATO DI COLLEGAMENTO (BINDER)

### A.4.1. DESCRIZIONE

Lo strato di collegamento è costituito da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego, bitume modificato 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.

### A.4.2. 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:

	BINDER 0-20
APERTURA SETACCI	PASSANTE IN MASSA
(mm)	
	(%)
20	100
16	85 - 100
12,5	70 - 90
8	52 - 75
4	36 - 58
2	25 - 42
0,5	10 - 23
0,25	5 - 15
0,063	4 - 7

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 COLLEGAMENTO)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108)
Contenuto di legante per BINDER 0/20  (riferito alla miscela)	UNI EN 12697-1 e 39	B <sub>min</sub>	%	≥4,4	B <sub>min4,4</sub>

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.

Le caratteristiche richieste per il conglomerato bituminoso da impiegare nello strato di binder dovranno essere conformi ai requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE con bitume tal quale	
Densità al numero di giri Np	UNI EN 12697-31 UNI EN 12697-6	$\rho_{(np)}$	Kg/m <sup>3</sup>	Dp	
Sensibilità all'acqua	UNI EN 12697-12	ITSR	%	>75	
<i>Campioni confezionati in laboratorio mobile con materiale caldo</i>					
Resistenza alla trazione indiretta a 25 °C	UNI EN 12697-23	ITS	N/mm <sup>2</sup>	>0,8	
Modulo di rigidità a 20 °C	UNI EN 12697-26	S <sub>min</sub>	MPa	> 3500	
<i>Campioni confezionati in laboratorio fisso con materiale post riscaldato in forno</i>					
Resistenza alla trazione indiretta a 25 °C	UNI EN 12697-23	ITS	N/mm <sup>2</sup>	>1,4	

Modulo di rigidezza a 20 °C	UNI EN 12697-26	$S_{min}$	MPa	> 4000	
CONDIZIONI DI PROVA:					
<ul style="list-style-type: none"> <li>i requisiti di resistenza e di rigidezza saranno valutati su provini compattati alla <math>D_p</math> densità di progetto.</li> </ul>					
CONDIZIONI DI CONTROLLO DEL MATERIALE SCIOLTO POSATO IN OPERA DA PARTE DEL LABORATORIO AUTORIZZATO:					
<ul style="list-style-type: none"> <li>Il materiale deve essere compattato alla <math>T</math> °C di costipamento indicata nel mix design</li> <li>Il costipamento del materiale sciolto deve essere condotto fino a <math>N_p</math></li> <li>La densità del provino compattato <math>D_p</math> deve essere determinata secondo la UNI EN 12697-6 (impiegando la stessa procedura di prova del mix design).</li> <li>La prova di addensamento con pressa giratoria dovrebbe essere condotta <i>in opera al momento del prelievo</i>; per tale ragione è auspicabile prevedere la presenza di laboratori mobili in cantiere.</li> </ul>					
INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI					
<p>I campioni che derivano da materiali prelevati in sito e vengono confezionati nel laboratorio in seguito ad un ulteriore riscaldamento in forno potrebbero subire un incremento delle caratteristiche meccaniche. Per tale ragione i valori limite devono essere selezionati opportunamente a seconda che la procedura di controllo avvenga in sito col laboratorio mobile o in laboratorio fisso.</p>					

La Direzione Lavori si riserva di effettuare 2 prelievi nell'arco del periodo di stesa sui quali condurre le prove di fatica; la costruzione della curva di fatica è finalizzata alla determinazione del valore  $\epsilon_6$ .

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO				
(Requisiti prestazionali)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Resistenza alla fatica	UNI EN 12697-24	$\epsilon_6$	[-]	$\epsilon_6 \geq 80$
<ul style="list-style-type: none"> <li>Le densità di riferimento delle miscele analizzate dovranno corrispondere a quelle della compattazione con pressa giratoria derivante dallo studio di mix design e corrispondente alla densità massima.</li> <li>La configurazione di prova viene lasciata a discrezione dell'impresa. Il laboratorio della Provincia condurrà le prove nella stessa configurazione riscontrata nel mix design a verifica della curva.</li> </ul>				

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

#### A.4.3. 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 COLLEGAMENTO			
(Grado di compattazione per confronto delle densità)			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Grado di addensamento (per ogni campione)	UNI EN 12697-6	%	≥ 96
Il grado di compattazione è il rapporto tra la densità della miscela compattata in opera e la densità Dp della miscela compattata in laboratorio riferita allo stesso lotto/giorno di produzione (addensamento teorico di progetto).			

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI COLLEGAMENTO
(Vuoti residui del campione prelevato in opera)

REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Vuoti residui	UNI EN 12697-8	$V_{\max}$	%	< 9
(massimo per ogni campione)				
Campione prelevato mediante carotaggio in conformità alla norma UNI EN 12696-27				

## A.5 STRATO DI USURA 0/12,5 E USURA 0/8

### A.5.1. DESCRIZIONE

Lo strato di usura è costituito da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego, eventuali additivi e bitume ed è confezionato a caldo, previo riscaldamento degli aggregati e del legante.

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.

### A.5.2. CARATTERISTICHE DELLA MISCELA

La miscela ottimale degli aggregati lapidei impiegati per il confezionamento del conglomerato bituminoso per lo strato di usura 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:

USURA 0-12,5		USURA 0-8
APERTURA SETACCI (mm)	PASSANTE IN MASSA (%)	
12,5	100	-
8	75 - 100	100
6	-	55-100
4	44 - 64	40 - 80
2	28 - 42	25 - 45
0,5	12 - 24	10 - 24
0,25	8 - 18	8 - 18

0,063	6 - 10	6 – 10

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)					
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>	%	≥5,0	B <sub>min</sub> 5,0

Le caratteristiche richieste per il conglomerato bituminoso da impiegare nello strato di usura dovranno essere conformi ai requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE con bitume tal quale	
Densità al numero di giri Np	UNI EN 12697-31	$\rho_{(np)}$	Kg/m <sup>3</sup>	Dp	
	UNI EN 12697-6				
Sensibilità all'acqua	UNI N 12697-12	ITSR	%	>75	
<i>Campioni confezionati in laboratorio mobile con materiale caldo</i>					
Resistenza alla trazione indiretta a 25 °C	UNI EN 12697-23	ITS	N/mm <sup>2</sup>	> 0,6	
Modulo di rigidezza a 20 °C	UNI EN 12697-26	S <sub>min</sub>	MPa	> 2000	
<i>Campioni confezionati in laboratorio fisso con materiale post riscaldato in forno</i>					
Resistenza alla trazione indiretta a 25 °C	UNI EN 12697-23	ITS	N/mm <sup>2</sup>	>1,2	
Modulo di rigidezza a 20 °C	UNI EN 12697-26	S <sub>min</sub>	MPa	> 2500	

#### CONDIZIONI DI PROVA:

- i requisiti di resistenza e di rigidità saranno valutati su provini compattati alla  $D_p$  densità di progetto.

#### CONDIZIONI DI CONTROLLO DEL MATERIALE SCIOLTO POSATO IN OPERA DA PARTE DEL LABORATORIO AUTORIZZATO:

- Il materiale deve essere compattato alla  $T$  °C di costipamento indicata nel mix design
- Il costipamento del materiale sciolto deve essere condotto fino a  $N_p$
- La densità del provino compattato  $D_p$  deve essere determinata secondo la UNI EN 12697-6 (impiegando la stessa procedura di prova del mix design).
- La prova di addensamento con pressa giratoria dovrebbe essere condotta *in opera al momento del prelievo*; per tale ragione è auspicabile prevedere la presenza di laboratori mobili in cantiere.

#### INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI

I campioni che derivano da materiali prelevati in sito e vengono confezionati nel laboratorio in seguito ad un ulteriore riscaldamento in forno potrebbero subire un incremento delle caratteristiche meccaniche. Per tale ragione i valori limite devono essere selezionati opportunamente a seconda che la procedura di controllo avvenga in sito col laboratorio mobile o in laboratorio fisso.

La Direzione Lavori si riserva di effettuare 2 prelievi nell'arco del periodo di stesa sui quali condurre le prove di fatica; la costruzione della curva di fatica è finalizzata alla determinazione del valore  $\epsilon_6$ .

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO				
(Requisiti prestazionali)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Resistenza alla fatica	UNI EN 12697-24	$\epsilon_6$	[-]	$\epsilon_6 \geq 80$
<p>• Le densità di riferimento delle miscele analizzate dovranno corrispondere a quelle della compattazione con pressa giratoria derivante dallo studio di mix design e corrispondente alla densità massima.</p> <p>• La configurazione di prova viene lasciata a discrezione dell'impresa. Il laboratorio della Provincia condurrà le prove nella stessa configurazione riscontrata nel mix design a verifica della curva.</p>				

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)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE MINIMO (alla stesa)	VALORE MASSIMO (alla produzione)
Temperatura della miscela	UNI EN 12697-13	°C	≥150	≤180

#### A.5.3. 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			
(Grado di compattazione per confronto delle densità)			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Grado di addensamento (per ogni campione)	UNI EN 12697-6	%	≥ 97
Il grado di compattazione è il rapporto tra la densità della miscela compattata in opera e la densità D <sub>p</sub> della miscela compattata in laboratorio riferita allo stesso lotto/giorno di produzione (addensamento teorico di progetto).			

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI USURA				
(Vuoti residui del campione prelevato in opera)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Vuoti residui (massimo per ogni	UNI EN 12697-8	V <sub>max</sub>	%	< 10

campione)				
Campione prelevato mediante carotaggio in conformità alla norma UNI EN 12697-27				

Le caratteristiche superficiali dello strato saranno determinate in conformità con i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE SUPERFICIALI DELLO STRATO DI USURA			
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	≥0,40

\*\*\*\*\*

## B.1 PRESCRIZIONI SUL CONFEZIONAMENTO DELLA MISCELA E SULLE LAVORAZIONI

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.

### B.1.1. 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.

### B.1.2. CONSEGNA E POSA IN OPERA DELLA MISCELA

La miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione o, in generale dello strato inferiore, dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati per fondazioni stradali.

Prima di ogni posa dello strato di conglomerato bituminoso, deve sempre essere effettuata la stesa di una mano d'attacco cationica al 55% di bitume residuo sullo strato inferiore, in ragione di 0,7 kg/m<sup>2</sup>. Allo scopo di garantire una adeguata adesione tra gli strati, prima della stesa è necessario attendere la *rottura* dell'emulsione bituminosa; il tempo di rottura dipende dalle condizioni climatiche e dalla tipologia di emulsione fornite dal produttore.

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 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, con 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 di circa 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.

### B.1.3. FREQUENZE DEI CONTROLLI SUI CONGLOMERATI BITUMINOSI

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.

I controlli della DL saranno eseguiti presso un Laboratorio riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

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:

CONTROLLI PERIODICI SUI MATERIALI COSTITUENTI			
MATERIALE	UBICAZIONE PRELIEVO	REQUISITI DA CONTROLLARE	FREQUENZA
Aggregato lapideo	Impianto di produzione	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Composizione granulometrica</li> <li>• Percentuale superfici frantumate</li> <li>• Coefficiente di appiattimento</li> <li>• Assorbimento d'acqua</li> </ul>	A richiesta della Direzione Lavori o in caso di prolungate interruzioni nella fornitura di aggregati
Legante bituminoso	Cisterna di stoccaggio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Penetrazione</li> <li>• Punto di rammollimento</li> <li>• Ritorno elastico</li> <li>• Viscosità</li> <li>• Punto di rottura (RTFOT)</li> <li>• Penetrazione e Punto di rammollimento (dopo tuben test)</li> </ul>	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 sul conglomerato bituminoso prelevato all'impianto o al cantiere di stesa; la campionatura dovrà essere effettuata in conformità alla norma UNI EN 12697-27.

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:

CONTROLLI PERIODICI SULLA MISCELA DI CONGLOMERATO SFUSO			
UBICAZIONE PRELIEVO	REQUISITO	METODO DI PROVA	FREQUENZA
Dalle coclee della vibrofinitrice	Composizione granulometrica	UNI EN 933-1; UNI EN 12697-2	Giornaliera :  •□□□ ogni t 500 (binder) •□□□ ogni t 200 (usure)
	Contenuto di legante	UNI EN 12697-1 e 39	
	Addensamento e/o vuoti al numero di rotazioni di progetto Np.	UNI EN 12697-5, 6, 8	
	Resistenza alla trazione indiretta a 25 °C	UNI EN 12697-23	
	Modulo di rigidezza a 20 °C	UNI EN 12697-26	

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 SUL GRADO DI ADDENSAMENTO		
(Grado di compattazione per confronto delle densità)		
REQUISITO	METODO DI PROVA	FREQUENZA
Grado di addensamento  (per ogni campione)	UNI EN 12697-6	Ogni m <sup>2</sup> 1 000 o per fascia di stesa (ogni m 200 per corsia di marcia – ogni m 400 per corsia)
Grado di addensamento  (media dei campioni)	UNI EN 12697-6	
Il grado di compattazione è il rapporto tra la densità Dp della miscela compattata in laboratorio (addensamento teorico di progetto) e la densità della miscela compattata in opera riferita allo stesso lotto/giorno di produzione.		

CONTROLLI PERIODICI SUL GRADO DI ADDENSAMENTO		
(Vuoti residui del campione prelevato in opera)		
REQUISITO	METODO DI PROVA	FREQUENZA
Vuoti residui (massimo per ogni campione)	UNI EN 12697-8	Ogni m <sup>2</sup> 1 000 o per fascia di stesa (ogni m 200 per corsia di marcia – ogni m 400 per corsia)
Vuoti residui (media dei campioni)	UNI EN 12697-8	

Lo spessore dello strato, definito dal Progettista, sarà verificato secondo le frequenze riportate nella tabella seguente:

CONTROLLO PERIODICO SULLO SPESSORE DELLO STRATO				
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)

Il controllo dell'adesione tra gli strati di conglomerato bituminoso, sarà verificato sulle carote prelevate dalla pavimentazione secondo le frequenze riportate nella tabella seguente:

CONTROLLO PERIODICO SULL'ADERENZA DEGLI STRATI				
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE	FREQUENZA
Adesione tra gli strati base-binder	Leutner test SN 671961	MPa	>1	Ogni 300 m per corsia
Adesione tra gli strati binder-usura	Leutner test SN 671961	MPa	>0,7	Ogni 300 m per corsia

Il controllo delle caratteristiche superficiali dello strato di usura, SMA o drenante 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.

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.

#### D.1 CONTROLLI SUL MATERIALE PRELEVATO SFUSO E SULLA PAVIMENTAZIONE FINITA E RELATIVE DETRAZIONI PECUNIARIE

Eventuali deficienze riscontrate nelle caratteristiche dei materiali impiegati, potranno essere considerate, a giudizio della Direzione Lavori, accettabili sotto penale entro determinati limiti, oppure non accettabili.

I materiali non accettabili sulla base dei controlli in corso d'opera, anche se definitivamente posti in opera, dovranno essere completamente rimossi e sostituiti con altri di caratteristiche accettabili, a totale onere dell'Appaltatore. In tal caso le prove di controllo del nuovo materiale posato in opera saranno a totale carico dell'Impresa.

L'accettazione penalizzata potrà comunque essere applicata esclusivamente nei casi e nei limiti sotto specificati.

Se all'atto della consegna, si riscontrasse che la fornitura non è, per qualità o pezzatura di materiale, conforme alle prescrizioni impartite, la Direzione Lavori ne ordinerà l'allontanamento. Qualora il materiale fornito pur non essendo conforme alle prescrizioni, fosse ugualmente utilizzabile a giudizio della D.L. questa potrà prenderlo in consegna, applicando una detrazione percentuale proporzionata alle deficienze riscontrate.

Ogni ritardo nella fornitura dei materiali rispetto ai termini previsti, comporterà una penale pari a € 200 per ciascun giorno di ritardo.

I controlli sul materiale sciolto sono volti ad indagare i seguenti requisiti:

- caratteristiche compositive/granulometria della miscela
- densità ottimale della miscela
- caratteristiche meccaniche

I controlli sulla pavimentazione finita sono volti ad indagare i seguenti requisiti:

- vuoti in opera
- aderenza e tessitura superficiale
- adesione degli strati legati a bitume

#### D.1.1 CARATTERISTICHE COMPOSITIVE E DETRAZIONI

Le tolleranze consentite per la rispondenza delle miscele al mix design, corrispondono a quelle definite nella norma UNI EN 13108-21 e riportate in tabella seguente; non saranno ammesse variazioni sulla composizione ottimale della miscela validata ed accettata dalla Direzione Lavori, eccedenti le tolleranze massime.

Prodotti conformi a UNI EN 13108 parti 1-5-7	TOLLERANZE AMMESSE	
MATERIALE COSTITUENTE	Miscele con aggregato nominale D≤16mm	Miscele con aggregato nominale D>16mm
D nominale	-8% +5%	-9% +5%
Aggregato medio setaccio 4 mm	± %7	± %9
Setaccio 2 mm	± %4	± %5
Aggregato filler (passante al setaccio 0,063mm)	± %2	± %3
Legante (riferito alla miscela)	± % 0,5	± % 0,6

Per i materiali i cui valori che si discostano dalle tolleranze del presente capitolato, verrà apportata una detrazione del sul prezzo di Capitolato del conglomerato, al netto del ribasso, d'asta così calcolata:

- sul legante: 0,3% sul prezzo di capitolato per ogni 0,01% di bitume mancante oppure verrà effettuata, a spese dell'Impresa, la sabbiatura dell'intero tratto sul quale è stato impiegato il materiale non idoneo, con non meno di 0,5 Kg /mq di emulsione bituminosa al 55%, e sigillatura con sabbia fine essiccata.
- sulla composizione granulometrica: 0,3% sul prezzo di capitolato qualora sia stata rilevata un'eccedenza sulle tolleranze.

#### D.1.2. CARATTERISTICHE MECCANICHE E DETRAZIONI

Le detrazioni saranno applicate per i tratti omogenei quando i valori medi risultanti dai controlli eseguiti su:

- Modulo di Rigidezza
- Resistenza a Trazione indiretta

saranno inferiori al 30% rispetto ai valori dichiarati nello studio di mix design.

La detrazione riguarderà l'intera estensione longitudinale dello strato per tutto il tratto omogeneo verificato e sarà pari allo 0,2% del prezzo del conglomerato sul prezzo di Capitolato, al netto del ribasso, d'asta.

Qualora i valori derivanti dai controlli dovessero superare del 20% i valori dichiarati, l'Amministrazione avrà facoltà di richiedere la produzione di un nuovo mix design a giustificazione delle difformità rilevate.

#### D.1.3. CARATTERISTICHE VOLUMETRICHE (DENSITÀ / VUOTI) E DETRAZIONI

##### SCIOLTO

Sul materiale prelevato sciolto, controllo di costipamento con pressa giratoria al numero di giri corrispondenti a  $N_p$  deve risultare:

$D_p \text{ controllo} = D_p \text{ ottimale da mix design} \pm 1,5\%$

qualora dovesse risultare una densità di controllo eccedente i limiti suddetti fino a  $D_p \pm 3\%$ , la D.L., a sua discrezione, ha facoltà di ordinare l'esecuzione di una mano di sigillo con 0,60 kg/mq di emulsione cationica al 55% e sabbia, oppure effettuare una trattenuta di € 1,00 per ogni quintale di materiale fornito.

##### CAROTE

Le caratteristiche di addensamento della miscela in opera saranno determinate sulle carote prelevate dalla pavimentazione 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 tabelle precedentemente esposte per ogni materiale.

Per valori risultanti dalle prove di laboratorio che si discostano verso un peggioramento del grado di addensamento dichiarato e della percentuale dei vuoti, oltre alle tolleranze indicate in tabella seguente, la D.L., a sua discrezione, ha facoltà di ordinare l'esecuzione di una mano di sigillo con 0,60 kg/mq di emulsione cationica al 55% e sabbietta, oppure effettuare una trattenuta di € 5,00 per ogni quintale di materiale fornito;

ADDENSAMENTO DELLO STRATO			
(Grado di compattazione per confronto delle densità)			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	TOLLERANZA
Grado di addensamento (per ogni campione)	UNI EN 12697-6	%	Valore limite – 2%
( ad esempio $97\% - 2\% = 95\%$ )			

ADDENSAMENTO DELLO STRATO				
(Vuoti residui del campione prelevato in opera)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	TOLLERANZA
Vuoti residui (massimo per ogni campione)	UNI EN 12697-8	$V_{\max}$	%	Valore limite + 2%
(ad esempio $9\% + 2\% = 11\%$ )				

Nel caso di eccedenza da tali limiti di tolleranza l'Impresa dovrà procedere alla rimozione dello strato tramite apposita fresatura e procedere alla successiva ricostruzione.

#### D.1.4. ADERENZA E TESSITURA E DETRAZIONI

Le detrazioni saranno applicate per i tratti omogenei quando i valori medi di PTV e/o HS del tratto omogeneo si riveli più basso dei valori prescritti; essa sarà applicata se singolarmente o il PTV o l'HS risultino deficitari; qualora risultino ambedue deficitari la penalità sarà cumulata.

La riduzione sarà applicata in punti percentuali ai prezzi di aggiudicazione dei lavori del materiale coinvolto (conglomerato su cui avviene il rotolamento o trattamento); detti punti corrisponderanno alla metà dei punti percentuali per cui il PTV o l'HS differisce in diminuzione rispetto ai valori limite prescritti.

La detrazione riguarderà l'intera larghezza dello strato più superficiale per tutto il tratto omogeneo a cui si riferisce fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità appresso specificata:

*Soglie di accettabilità:*

MATERIALE	PTV	HS
Conglomerati bituminosi tipo usura	40	0,2

Se i valori medi di PTV o HS risultano inferiore o uguale ai valori ritenuti inaccettabili si dovrà procedere all'asportazione completa con fresa ed al rifacimento dello strato superficiale per tutta la larghezza dell'intervento; in alternativa a quest'ultima operazione si potrà procedere all'effettuazione di altri trattamenti di irruvidimento per portare il valore deficitario al di sopra della soglia di non accettabilità. Se comunque al termine di tali operazioni non si raggiungessero i valori prescritti, pur essendo i valori di PTV e HS al disopra dei valori inaccettabili, verrà applicata la detrazione del 20% del prezzo di aggiudicazione del lavoro.

#### D.1.5. ADESIONE TRA GLI STRATI E DETRAZIONI

Qualora i valori rilevati alla prova con Leutner test dovessero superare i limiti previsti nelle presenti Prescrizioni Tecniche, la DL ha facoltà di applicare una detrazione del 25% calcolata sul prezzo dell'emulsione bituminosa al netto del ribasso d'asta in corrispondenza del tratto compreso tra 2 verifiche con esito negativo.

#### E.1.6. COMPORTAMENTO A FATICA DEL MATERIALE E DETRAZIONI

Qualora i valori rilevati alla prova di fatica dovessero risultare inferiori ai limiti previsti nelle presenti Prescrizioni Tecniche, la DL ha facoltà di applicare una detrazione del 10% calcolata sul prezzo del conglomerato bituminoso al netto del ribasso d'asta.

### 4.13. TRATTAMENTO SAMI

Si prevede la posa in opera di una membrana rinforzata SAMI (Stress Absorbing Membrane Interlayer) sulle strade da asfaltare. Essa permette di garantire un perfetto ancoraggio con la pavimentazione esistente, di impermeabilizzare la struttura esistente, di prevenire la risalita di eventuali fessure dagli strati sottostanti e distribuire uniformemente le tensioni dovute al passaggio dei veicoli. La posa in opera della SAMI deve essere preceduta dalla pulizia della superficie stradale allo scopo di eliminare polveri ed eventuali detriti dal piano viabile. Per realizzare la SAMI si deve procedere allo spargimento di bitume modificato a caldo (temperatura > 180 °C) in ragione di  $2,2 \pm 0,2$  kg/m<sup>2</sup>, mediante apposite macchine spanditrici automatiche in grado di assicurare l'uniforme distribuzione del prodotto ed il dosaggio previsto. Il bitume modificato deve avere le caratteristiche riportate in tabella 8. In alternativa può essere utilizzato bitume modificato AR steso a caldo nella stessa quantità per unità di superficie e avente le caratteristiche riportate in tabella 5. Successivamente si deve provvedere alla stesa immediata della graniglia, avente pezzatura di 8-12 mm, data uniformemente a mezzo di apposito spandigraniglia in quantità di  $12 \pm 0,2$  kg/m<sup>2</sup>. Quest'ultima operazione deve essere seguita dal passaggio di rullo gommatto e successivamente della motospazzatrice per l'asporto della graniglia non bene ancorata alla membrana;

Tabella 8. Requisiti dei bitumi modificati con polimeri SBS

Parametro	Normativa	Unità di misura	Valori richiesti	Classe UNI EN 14023
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	45-80	4
Punto di ramollimento	UNI EN 1427	°C	≥ 65	5
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	°C	≤ -15	7
Ritorno elastico a 25 °C	UNI EN 13398	%	≥ 70	3
Viscosità dinamica a 160°C, $t=10^{-1}$	UNI EN 13702-2	Pa·s	≥ 0,4	-
Stabilità allo stoccaggio	UNI EN 13399			
Differenza del punto di ramollimento	UNI EN 1427	°C	≤ 5	2
<b>Valori dopo RTFOT(*)</b>				
Volatilità	UNI EN 12607-1	%	≤ 0,8	4
Penetrazione residua a 25°C	UNI EN 1426	%	≥ 60	7
Incremento del punto di Ramollimento	UNI EN 1427	°C	≤ 8	2
(*) Rolling Thin Film Oven Test (UNI EN 12607-1)				

Tabella 5. Requisiti del bitume modificato con polverino di gomma

Parametro	Normativa	Unità di misura	Valori richiesti
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	25-75
Punto di ramollimento	UNI EN 1427	°C	≥ 54
Resilienza a 25 °C	ASTM D 3407	%	≥ 20
Viscosità dinamica a 175°C, (20 giri/min)	UNI EN 13302	mPa·s	1500-5000
<b>Valori dopo RTFOT(*)</b>			
Volatilità	UNI EN 12607-1	%	≤ 0,8
Penetrazione residua a 25°C	UNI EN 1426	%	≥ 60
Incremento del punto di Ramollimento	UNI EN 1427	°C	≤ 12
(*) Rolling Thin Film Oven Test (UNI EN 12607-1)			

#### 4.14.

Le miscele stabilizzate con bitume schiumato e cemento sono costituite da aggregati vergini ovvero da materiali di riciclo della vecchia pavimentazione con quantità variabili di conglomerato bituminoso fresato che possono arrivare fino al 75%, da cemento e da bitume schiumato. In alternativa al bitume schiumato il legante bituminoso può essere inserito nella stessa miscela sotto forma di emulsione bituminosa. Queste miscele trovano impiego sia nella costruzione che negli interventi di manutenzione di pavimentazioni stradali ed aeroportuali.

#### A) MATERIALI COSTITUENTI E LORO QUALIFICAZIONE

##### 1) Inerti

Sono in generale costituiti da materiali di riciclo di pavimentazioni stradali esistenti: conglomerato bituminoso fresato, misto cementato, misto granulare (fondazione stradale), tout venant eventualmente integrati con inerti vergini (di primo impiego). Non è escluso l'impiego di soli aggregati vergini. Nel caso in cui i materiali della vecchia pavimentazione abbiano inglobate sostanze plastiche (limi, argille) queste devono essere eliminate (sostituite con materiali idonei) ovvero preventivamente trattate con calce. Qualora la granulometria degli inerti di riciclo si discosti dal fuso indicato nella **Tabella A.1** tabella A1 la Direzione Lavori potrà ordinare l'integrazione mediante l'aggiunta di aggregati vergini di dimensioni e caratteristiche tali da riportare la curva granulometrica nel fuso richiesto.

Tabella A.1

Serie setacci ISO		Passanti
	mm	%
Setaccio	80	100
Setaccio	63	95-100
Setaccio	40	85-100
Setaccio	22,5	70-95
Setaccio	10	50-75
Setaccio	4	30-42
Setaccio	2	20-35
Setaccio	0,5	10-18
Setaccio	0,063	4-8

Gli aggregati nuovi sono costituiti da elementi ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali (rocce, aggregati naturali tondeggianti, aggregati naturali a spigoli vivi). Gli aggregati impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043.

La designazione dell'aggregato grosso dovrà essere effettuata mediante le dimensioni degli stacci appartenenti al gruppo di base più gruppo 2 della UNI EN 13043. L'aggregato grosso potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella **Tabella A.2**.

**Tabella A.2**

AGGREGATO GROSSO			
Parametro	Metodo di prova	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Resistenza alla frammentazione (Los Angeles)	UNI EN 1097-2	≤25%	LA <sub>25</sub>
Percentuale di particelle frantumate	UNI EN 933-5	100%	C <sub>100/0</sub>
Dimensione Max	UNI EN 933-1	40mm	-
Passante allo 0.063	UNI EN 933-1	≤1%	f <sub>1</sub>
Resistenza al gelo e disgelo	UNI EN 1367-1	≤1%	F <sub>1</sub>

Il possesso dei requisiti elencati nella **Tabella A.2** sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE degli aggregati, relativi all'anno in corso. Gli attestati dovranno essere consegnati alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.

Il sistema di attestazione della conformità è quello specificato all'art. 7, comma 1, lettera B, procedura 3, del DPR n. 246/93 (Sistema 4: autodichiarazione del produttore). Resta salva la facoltà del Direttore Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore.

Per i requisiti non dichiarati nell'attestato di conformità CE la Direzione Lavori richiederà la qualifica del materiale da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 280/2001. Per i requisiti contenuti nella UNI EN 13043 la qualifica prevedrà sia le prove iniziali di tipo (ITT) che il controllo della produzione di fabbrica (FPC), come specificato dalla stessa UNI EN 13043.

## 2) Bitume schiumato

Il legante deve essere costituito da bitume semisolido per applicazioni stradali ottenuto dai processi di raffinazione del petrolio greggio appartenente alla classe di penetrazione 70/100, definita dalla UNI EN 12591. Le specifiche per il bitume ed i relativi metodi di prova sono indicate nella **Tabella A.3**.

**Tabella A.3**

BITUME			
Parametro	Normativa	unità di misura	Valori richiesti
Penetrazione a 25°C	UNI EN1426	dmm	70 - 100
Punto di ramollimento	UNI EN1427	°C	43 - 51
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN12593	°C	≤ -8
Viscosità dinamica a 160°C	UNI EN 13702-2	Pas	<0,20
Solubilità	UNI EN12592	%	≥ 99
Valori dopo RTFOT (163°C)	UNI EN12607-1		
Variazione di massa	UNI EN12607-1	%	≤ 0,5
Penetrazione residua a 25°C	UNI EN1426	%	≥ 46
Punto di ramollimento	UNI EN1427	°C	≥ 45
Incremento del punto di Ramollimento	UNI EN1427	°C	≤ 10

Le caratteristiche di espansione del bitume, determinate in un campo di temperatura (prima dell'espansione) variabile tra 170 e 190 °C e con percentuali di acqua compresa tra 1% e 4% in peso sul bitume, devono risultare:

\_ rapporto di espansione ≥ 20

\_ tempo di semitrasformazione (tempo in cui si dimezza l'espansione) ≥ 25 sec

Ai fini dell'accettazione, almeno 15 giorni prima dell'inizio della posa in opera, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione dell'emulsione tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere di norma rilasciata dal produttore o da un Laboratorio che opera per c/terzi.

## 3) Emulsione bituminosa

In alternativa al bitume schiumato il legante bituminoso può essere inserito sotto forma di emulsione bituminosa. Tale emulsione deve essere specifica per le stabilizzazioni con calce e/o cemento, cioè di bitume distillato, sovrastabilizzata, con le caratteristiche riportate nella **Tabella A.4**.

**Tabella A.4**

EMULSIONE BITUMINOSA SOVRASTABILIZZATA			
Parametro	Normativa	unità di misura	Valori richiesti
Contenuto di acqua	UNI EN 1428	%	40±2
Contenuto di legante	UNI EN 1431	%	60±2
Omogeneità	UNI EN 1429	%	≤ 0,2
Sedimentazione a 7gg.	UNI EN 12847	%	≤ 10
pH (grado di acidità)	UNI EN 12850		2÷4
Cement mix	UNI EN 12848		<2
<b>Caratteristiche bitume estratto</b>			
Penetrazione a 25°C	UNI EN1426	dmm	35 - 56
Punto di ramollimento	UNI EN1427	°C	≥ 45
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN12593	°C	≤ -8

Ai fini dell'accettazione, almeno 15 giorni prima dell'inizio della posa in opera, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione dell'emulsione tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere di norma rilasciata dal produttore o da un Laboratorio che opera per c/terzi.

#### 4) Cemento

I cementi impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 197-1.

Saranno impiegati unicamente cementi della classe di resistenza 32.5N, dei seguenti tipi:

- CEM I – cemento Portland
- CEM III – cemento d'altoforno;
- CEM IV – cemento pozzolanico.

#### 5) Acqua

Deve essere impiegata acqua pura ed esente da sostanze organiche.

#### B) STUDIO DELLA MISCELA

Le percentuali ottimali di cemento, acqua e bitume schiumato ovvero emulsione bituminosa e dell'eventuale integrazione di inerti sono stabilite mediante uno specifico studio in laboratorio.

Per una corretta valutazione delle caratteristiche del materiale esistente nel tronco stradale interessato dal trattamento devono essere eseguiti prelievi ogni 500 m, eventualmente intensificati in caso di disomogeneità. Sui campioni prelevati devono essere eseguiti analisi granulometriche (UNI EN 933-1) ed indice di plasticità (UNI CEN ISO/TS 17892-12) per stabilire la necessità di trattamento con calce e l'integrazione degli inerti.

Per l'ottimizzazione della miscela (mix design) devono essere confezionati provini con differenti quantità (percentuali riferite al peso degli inerti) di bitume schiumato (o di emulsione bituminosa), cemento ed acqua, come indicato nelle **Tabella B.1a** e **Tabella B.1b** costipati con pressa giratoria (UNI EN 12697-31) nelle seguenti condizioni di prova:

Angolo di rotazione :  $1.25^\circ \pm 0.02^\circ$

Velocità di rotazione : 30 rotazioni al minuto

Pressione verticale, kPa : 600

Dimensioni provino, mm : 150

n° giri : 180

Peso campione : 4500 g comprensivo di bitume, cemento e acqua

**Tabella B.1a**

% cemento	1,5			2,0			2,5		
% di bitume schiumato	3,5	3,5	3,5	3,0	3,0	3,0	2,5	2,5	2,5
Umidità %	4,5	5,5	6,5	5	6	7	5,5	6,5	7,5
Provini N°	4	4	4	4	4	4	4	4	4

**Tabella B.1b**

% cemento	1,5			2,0			2,5		
% di emulsione bituminosa	3,5	3,5	3,5	3,0	3,0	3,0	2,5	2,5	3,5
Umidità % oltre acqua dell'emulsione	4	5	6	4,5	5,5	6,5	5	6	7
Provini N°	4	4	4	4	4	4	4	4	4

Ferme restando le percentuali di cemento le altre percentuali possono variare in funzione della natura e della granulometria del materiale da trattare, in particolare della quantità di conglomerato bituminoso fresato presente nella miscela.

I provini così confezionati devono subire una maturazione a 40 °C per 72 ore e successivamente, dopo condizionamento per 4 ore in forno a 25 °C, devono essere sottoposti a prova di resistenza a trazione indiretta (UNI EN 13286-42),

I provini sottoposti a 72 ore di maturazione devono fornire:

- Resistenza a trazione indiretta  $R_t$  (N/mm<sup>2</sup>): > 0,35
- Coefficiente di trazione indiretta CTI (N/mm<sup>2</sup>): > 60

Sui provini confezionati con la miscela ottimale, maturati per 72 ore a 40 °C, si devono determinare:

- modulo di rigidezza (UNI EN 12697-26 Annex C), valore medio di almeno 4 provini;
- perdita di resistenza dopo imbibizione a 25 °C, per 1 ora sottovuoto a 50 mm di mercurio, valore medio di almeno 4 provini;
- densità geometrica, di riferimento per il controllo in sito a 180 giri (valore medio di almeno 4 provini).

Per il modulo di rigidezza i risultati devono soddisfare i valori indicati in **Tabella B.2**

**Tabella B.2**

Temperatura [°C]	5	20	40
Rise-time [ms]	124±4	124±4	124±4
Modulo di rigidezza [MPa]	≥4000	≥3000	≥2000

La resistenza a trazione indiretta dopo imbibizione deve risultare almeno il 70% di quella ottenuta su provini non immersi in acqua.

L'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori, almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori e per ogni cantiere di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare; ogni composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati.

Una volta accettata dalla Direzione Lavori la composizione granulometrica di progetto, non saranno ammesse variazioni delle singole percentuali dei trattenuti di  $\pm 10$  per gli inerti riciclati, di  $\pm 5$  per gli aggregati di integrazione. Per la percentuale di bitume schiumato ovvero di emulsione bituminosa (determinata per differenza tra la quantità di legante complessivo e la quantità di bitume contenuta nel fresato) non deve essere tollerato uno scostamento da quella di progetto di  $\pm 0,25$ .

Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate al momento della stesa, come pure dall'esame delle carote prelevate in sito.

### C) CONFEZIONE POSA IN OPERA DELLE MISCELE

La stabilizzazione con cemento e bitume schiumato, ovvero emulsione bituminosa, può essere realizzata mediante un "treno" di riciclaggio costituito da: fresa, macchina stabilizzatrice (pulvimixer tale da frantumare i grumi del conglomerato fresato e miscelare omogeneamente cemento, bitume o emulsione),

autobotte per il legante bituminoso, autobotte per l'acqua, livellatrice e almeno n 2 rulli.

Subito dopo la miscelazione si deve procedere al livellamento della miscela ed alla compattazione mediante l'impiego di un rullo vibrante di peso  $> 18$  ton con controllo di frequenza e di ampiezza di vibrazione e di un rullo gommato di carico statico  $> 25$  ton. Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

In alternativa all'impianto di riciclaggio semovente, per la confezione delle miscele potrà essere utilizzato un impianto mobile da installare in cantiere. 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. In questo caso la stesa viene effettuata con macchina vibrofinitrice cui segue la compattazione come nel caso del treno di riciclaggio.

Il trattamento di stabilizzazione deve essere sospeso con temperatura dell'aria inferiore ai  $10^{\circ}\text{C}$  e comunque quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

### D) CONTROLLI

Il controllo della qualità degli strati stabilizzati con cemento e bitume schiumato o emulsione bituminosa e deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in situ.

L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove saranno a discrezione della Direzione Lavori.

Sui materiali costituenti devono essere verificate le caratteristiche di accettabilità.

Sulla miscela vengono determinate: la percentuale di bitume (per differenza tra la quantità di legante complessivo e la quantità di bitume contenuta nel fresato), la percentuale d'acqua, la granulometria degli aggregati (riciclati e di integrazione). Su provini confezionati direttamente in cantiere con pressa giratoria vengono eseguite prove di resistenza a trazione indiretta (UNI EN 13286-42) e modulo di rigidezza per trazione indiretta (UNI EN 12697-26, Annex C).

Dopo 90 giorni dal trattamento vengono eseguite prove per la determinazione del modulo elastico dinamico mediante macchina a massa battente (Falling Weight Deflectometer – FWD) ed il prelievo di carote per il controllo delle caratteristiche meccaniche della miscela e la verifica degli spessori.

Sulle carote vengono determinati il peso di volume e lo spessore. Potranno inoltre, a discrezione della Direzione Lavori, essere determinati la resistenza a trazione indiretta (UNI EN 13286-42) ed il modulo di rigidezza (UNI EN 12697-26, Annex C)

Lo **spessore** dello strato verrà determinato facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate dalle carote estratte dalla pavimentazione, assumendo per i valori con spessore in eccesso di oltre il 5%, rispetto a quello di progetto, valori corrispondenti allo spessore di progetto moltiplicato per 1,05.

Per spessori medi inferiori a quelli di progetto verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del riciclaggio a freddo pari a:

**% di detrazione =  $0,1 s^2$**

dove s è lo scostamento in percentuale dal valore di progetto.

Per carenze nella **quantità di bitume** (determinata per differenza tra la quantità di legante complessivo e la quantità di bitume contenuta nel fresato) verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco pari a:

**% di detrazione =  $25 b^2$**

dove b è il valore dello scostamento della percentuale di bitume (arrotondata allo 0,1%) dal valore previsto nello studio della miscela, ovvero dal quantitativo minimo (in mancanza dello studio della miscela)

pari al 3,0% (percentuale riferita al peso del conglomerato fresato + il peso degli inerti di integrazione + il peso del cemento).

A compattazione ultimata la **densità** in sito (gsitu), nel 95% dei prelievi, non deve essere inferiore al 98% del valore di riferimento ( $\gamma$ laboratorio) misurato in laboratorio sulla miscela di progetto costipata con pressa giratoria

a 180 giri e dichiarato prima dell'inizio dei lavori. Le misure della densità sono effettuate secondo la norma

(DIN 18125-2 ovvero CNR 22/72). Per valori di densità inferiori a quello previsto verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo a cui il valore si riferisce, una detrazione pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = 2 (s - 2)^2$$

dove s è lo scostamento percentuale della densità in sito rispetto a quella di laboratorio valutato con:

$$s = 100 (g_{\text{laboratorio}} - g_{\text{situ}}) / g_{\text{laboratorio}}$$

Valori della densità inferiori al 95% del valore di riferimento ( $\gamma_{\text{laboratorio}}$ ) misurato in laboratorio sulla miscela di progetto comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

Il **modulo di rigidità** alla temperatura di 20 °C determinato in configurazione di trazione indiretta (UNI EN 12697-26, Annex C) su provini confezionati in cantiere con la pressa giratoria, maturati in camera climatica per 72 ore a 40 °C, ovvero rilevato, dopo 90 giorni dal trattamento, con Falling Weight Deflectometer, e riferito alla temperatura di 20 °C, nel 95% dei campioni (ovvero dei punti analizzati) non deve essere inferiore a 3000 MPa.

Per valori di modulo E inferiori a quello previsto verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo cui ci si riferisce, una detrazione pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = (s / 200)^2$$

dove s è lo scostamento tra il valore richiesto (3000 MPa) e la media dei risultati ottenuti. Nel calcolo della media i valori superiori a 3300 MPa devono essere assunti pari a 3300 MPa.

Valori medi del modulo E (determinati con il criterio sopra indicato) inferiori a 1500 MPa comporteranno la rimozione dello strato stabilizzato (e di quelli eventualmente sovrastanti) e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

Il **modulo di rigidità** determinato in configurazione di trazione indiretta (UNI EN 12697-26, Annex C) alla temperatura di 40 °C deve essere inferiore di oltre il 25% al valore del modulo determinato con lo stesso metodo, sugli stessi provini alla temperatura di 20 °C.

Per riduzioni del modulo di rigidità minori del 25% tra i valori determinati sugli stessi provini a 40 °C e quelli a 20 °C, verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo cui ci si riferisce, una detrazione pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = s + 0,25 s^2$$

dove s è la differenza tra la riduzione richiesta (minima) del 25% e quella effettivamente riscontrata, quando minore del 25%.

$$s = 100 \cdot [E(40^\circ\text{C}) - 0,75 E(20^\circ\text{C})] / E(20^\circ\text{C})$$

Differenze tra i valori del modulo a 40 °C e quelli a 20 °C inferiori al 15% comporteranno la rimozione dello strato stabilizzato (e di quelli eventualmente sovrastanti) e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

Le penali precedentemente indicate sono cumulabili e non escludono ulteriori detrazioni per difetto dei materiali costituenti, della miscela utilizzata rispetto a quella proposta dall'Impresa e/o della sua posa in opera, sempre che le carenze riscontrate rientrino nei limiti di accettabilità e non pregiudichino la funzionalità dell'opera.