

PERMESSO DI COSTRUIRE

Ai sensi dell'art. 20 D.Pr. 380/2001, artt. 19 e 19-bis L. 241/1990 e artt. 5,6 e 7 D.Pr. 160/2010

VITALI S.p.A.

via Lombardia n. 2/a
20068 - Peschiera Borromeo (MI)



A2A S.p.A.

via Lamarmora n. 230
25124 - Brescia (BS)



OPERE DI URBANIZZAZIONE

Intervento di riqualificazione ex centro servizi
Ambito di Trasformazione At_e/s 38 UMI1 e UMI2
Bergamo (BG) via Cremasca

COMUNE

BERGAMO
AZZANO SAN PAOLO
ORIO AL SERIO

studioCARRARA
ARCHITETTURA INGEGNERIA

Dream builders

MARCO CARRARA

INGEGNERE | ARCHITETTO

Albo Ingegneri della Provincia di Bergamo - n. A4245 - Albo Architetti della Provincia di Bergamo - n. 3244
Via T. Tasso, 89 - 24121 BERGAMO | info@studio-carrara.eu | www.studio-carrara.eu | +39 035 5785083

PROGETTISTA

11.12.2023

PROGETTO ESECUTIVO

PDC_2348.2_A.00.01.CS_00

-

- ☐ Architettura
- ☐ Strutture
- ☐ Sicurezza
- ☐ Impianti
- ☐ Layout di cantiere
- ☒ Altro

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

00	11.12.2023	Prima emissione	H.Libretti	M. Fornoni	M. Carrara

INDICE DEGLI ARGOMENTI

PARTE SECONDA - PRESCRIZIONI TECNICHE

CAPO 14 - MODALITA' DI ESECUZIONE

- Art. 67 Rilevati e rinterri
- Art. 68 Scavi di fondazione o in trincea
- Art. 69 Rimozioni e demolizioni murature
- Art. 70 Rimozioni e demolizioni pavimenti
- Art. 71 Casseforme
- Art. 72 Verniciature
- Art. 73 Fognatura
- Art. 74 Pozzetti
- Art. 75 Impianto elettrico e di comunicazione interna
- Art. 76 Massicciata stradale
- Art. 77 Pavimentazione stradale con bitumi
- Art. 78 Smaltimento acque piovane stradali
- Art. 79 Segnaletica stradale
- Art. 80 Marciapiedi

CAPO 15 - NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DELLE OPERE

- Art. 81 Rilevati e rinterri
- Art. 82 Scavi in genere
- Art. 83 Rimozioni e demolizioni murature
- Art. 84 Rimozioni e demolizioni pavimenti
- Art. 85 Casseforme
- Art. 86 Tinteggiature e pitture
- Art. 87 Fognatura
- Art. 88 Pozzetti
- Art. 89 Impianto elettrico
- Art. 90 Massicciata stradale
- Art. 91 Pavimentazione stradale con bitumi
- Art. 92 Smaltimento acque piovane stradali
- Art. 93 Segnaletica stradale
- Art. 94 Marciapiedi

CAPO 16 - QUALITA' DEI MATERIALI

- Art. 95 Casseforme
- Art. 96 Pitture e vernici
- Art. 97 Tubazioni in gres
- Art. 98 Tubazioni in fibrocemento
- Art. 99 Tubazioni in pvc fognatura e scarichi non in pressione
- Art. 100 Tubazioni in polietilene per acqua, scarico e fognature in pressione
- Art. 101 Dispositivi di chiusura e coronamento
- Art. 102 Cavi e conduttori elettrici
- Art. 103 Morsetti
- Art. 104 Apparecchi illuminanti
- Art. 105 Materiali massicciata stradale
- Art. 106 Conglomerati bituminosi a caldo tradizionali

PARTE SECONDA

PRESCRIZIONI TECNICHE

CAPO 14

MODALITA' DI ESECUZIONE

Art. 67 - Rilevati e rinterri

1. Per la formazione dei rilevati o per qualunque opera di rinterro ovvero per riempire i vuoti tra le pareti dei cavi e le murature, o da addossare alle murature, e fino alle quote prescritte dalla direzione dei lavori, si impiegheranno in generale e, salvo quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi, in quanto a giudizio della direzione dei lavori disponibili ed adatte per la formazione dei rilevati. Resta comunque vietato a questi fini l'uso di terre appartenenti alle classi A5, A6, A7 e A8. Quando venissero a mancare in tutto o in parte i materiali di cui sopra, si provvederanno le materie occorrenti prelevandole ovunque l'appaltatore crederà di sua convenienza, purché i materiali siano riconosciuti idonei dalla direzione dei lavori.

Per quanto riguarda la stabilità dei rilevati si intende qui richiamato il D.M. 17/01/2018.

2. Il suolo costituente la base sulla quale si dovranno piantare i rilevati dovrà essere accuratamente preparato asportandovi la terra vegetale ed espurgandolo da piante, cespugli, erbe, canne, radici e da qualsiasi altra materia eterogenea, e trasportando fuori della sede del lavoro le materie di rifiuto. La terra vegetale dovrà invece essere depositata in attesa di essere usata per la copertura delle scarpate dei rilevati medesimi o per impieghi diversi indicati dalla direzione dei lavori. La base dei suddetti rilevati, se cadente sulla scarpata di altro rilevato esistente o un terreno a declivio trasversale superiore al quindici per cento, dovrà essere preparata a gradoni con inclinazione inversa a quella del rilevato esistente o del terreno. Tali operazioni, se non contrattualmente diversamente disposto, costituiscono oneri già compresi nei prezzi unitari per cui agli effetti contabili essi non saranno presi in considerazione.

La terra da trasportare nei rilevati dovrà essere anche essa previamente espurgata da erbe, canne, radici e da qualsiasi altra materia estranea e dovrà essere disposta in rilevato a cordoli alti da m 0,30 a m 0,50 e compattata fino al raggiungimento almeno della densità 90 % di quella Proctor Standard.

3. Sarà obbligo dell'appaltatore, escluso qualsiasi compenso, di dare ai rilevati, durante la loro costruzione, quelle maggiori dimensioni richieste dall'assestamento delle terre, affinché all'epoca del collaudo i rilevati eseguiti abbiano dimensioni non inferiore a quelle prescritte.
4. Non si potrà sospendere la costruzione di un rilevato, qualunque sia la causa, senza che ad esso sia stata data una configurazione tale da assicurare lo scolo delle acque piovane. Nella ripresa del lavoro, il rilevato già eseguito dovrà essere espurgato dalle erbe e cespugli che vi fossero nati, nonché configurato a gradoni, praticandovi dei solchi per il collegamento delle nuove materie con quelle prima impiegate.
5. Salvo nei casi eccezionali, quando le cave fossero identificate dal contratto, e salvo il caso di particolari circostanze che sorgessero nel corso dei lavori, l'appaltatore sarà libero di coltivare le cave di prestito dove crederà opportuno, a condizioni però che le materie che esse forniranno non siano di cattiva qualità o comunque non adatte, a giudizio della direzione dei lavori, alla formazione dei rilevati nonché a condizioni che le cave abbiano sempre regolare e completo scolo, in modo da impedire in qualunque tempo ristagni d'acqua od impaludamenti ed inoltre a condizione che siano osservate le disposizioni delle leggi sull'igiene e sulla sanità pubblica.

Le cave stesse non dovranno, a giudizio del direttore dei lavori, pregiudicare la stabilità delle opere da eseguire. I cigli delle cave dovranno trovarsi al piede d'ogni rilevato ad una distanza almeno uguale alla profondità delle cave stesse e non mai minore di metri 2 e le loro scarpe essere disposte con inclinazione di almeno 1,5 di base per 1 di altezza. L'appaltatore non potrà aprire cave di nessuna specie senza avere prima ottenuto il permesso delle autorità competenti e senza avere prima soddisfatte le prescrizioni di legge.

6. Qualora in corso di esecuzione occorra modificare l'inclinazione delle scarpe delle trincee e dei rilevati, l'appaltatore sarà tenuto a riprendere il lavoro e a completarlo senza diritto a speciali compensi, ma alle stesse condizioni e prezzi del contratto per la prima esecuzione.

Art. 68 - Scavi di fondazione o in trincea

1. Per scavo di fondazione o a sezione obbligata si intende quello praticato al di sotto del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno o dello sbancamento o dello splateamento precedentemente eseguiti, chiuso su tutti i lati e sempre che il fondo del cavo non sia accessibile ai mezzi di trasporto e quindi l'allontanamento del materiale scavato avvenga mediante tiro in alto.
Per scavi di fondazione in generale, si intendono, quindi, quelli incassati ed a sezione ristretta necessari per dare luogo ai muri o pilastri di fondazione propriamente detti nonché quelli per dare luogo alle fogne, condutture, fossi e cunette.
2. Gli scavi in genere per qualsiasi lavoro, a mano o con mezzi meccanici, dovranno essere eseguiti secondo i disegni di progetto e la relazione geologica e geotecnica di cui al D.M. 17/01/2018, nonché secondo le particolari prescrizioni che saranno date all'atto esecutivo dalla direzione dei lavori. Nell'esecuzione degli scavi in genere l'Appaltatore dovrà procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti, restando esso, oltretutto totalmente responsabile di eventuali danni alle persone e alle opere, altresì obbligato a provvedere a suo carico e spese alla rimozione delle materie franate. L'Appaltatore dovrà, altresì, provvedere a sue spese affinché le acque scorrenti alla superficie del terreno siano deviate in modo che non abbiano a riversarsi nei cavi.
3. Le materie provenienti dagli scavi, ove non siano utilizzabili o non ritenute adatte (a giudizio insindacabile della direzione dei lavori), ad altro impiego nei lavori, dovranno essere portate fuori della sede del cantiere, alle pubbliche discariche ovvero su aree che l'Appaltatore dovrà provvedere a rendere disponibili a sua cura e spese.
4. Qualora le materie provenienti dagli scavi debbano essere successivamente utilizzate, esse dovranno essere depositate, previo assenso della direzione dei lavori, per essere poi riprese a tempo opportuno. In ogni caso le materie depositate non dovranno essere di danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private ed al libero deflusso delle acque scorrenti alla superficie.
5. Gli scavi di fondazione dovranno essere spinti fino alla profondità che dalla Direzione dei lavori verrà ordinata all'atto della loro esecuzione. Le profondità, che si trovano indicate nei disegni, sono perciò di stima preliminare e l'Amministrazione appaltante si riserva piena facoltà di variarle nella misura che reputerà più conveniente, senza che ciò possa dare all'Appaltatore motivo alcuno di fare eccezioni o domande di speciali compensi, avendo egli soltanto diritto al pagamento del lavoro eseguito, coi prezzi contrattuali stabiliti per le varie profondità da raggiungere.
6. E' vietato all'Appaltatore, sotto pena di demolire il già fatto, di por mano alle murature prima che la Direzione dei lavori abbia verificato ed accettato i piani delle fondazioni.
7. I piani di fondazione dovranno essere generalmente orizzontali, ma per quelle opere che cadono sopra falde inclinate, dovranno, a richiesta della Direzione dei lavori, essere disposti a gradini ed anche con determinate contropendenze.
Compiuta la muratura di fondazione, lo scavo che resta vuoto, dovrà essere diligentemente riempito e costipato, a cura e spese dell'Appaltatore, con le stesse materie scavate, sino al piano del terreno naturale primitivo.
8. Gli scavi per fondazione dovranno, quando occorra, essere solidamente puntellati e sbadacchiati con robuste armature, in modo da proteggere contro ogni pericolo gli operai, ed impedire ogni smottamento di materie durante l'esecuzione tanto degli scavi che delle murature.
9. L'Appaltatore è responsabile dei danni ai lavori, alle persone, alle proprietà pubbliche e private che potessero accadere per la mancanza o insufficienza di tali puntellazioni e sbadacchiature, alle quali egli deve provvedere di propria iniziativa, adottando anche tutte le altre precauzioni riconosciute necessarie, senza rifiutarsi per nessun pretesto di ottemperare alle prescrizioni che al riguardo gli venissero impartite dalla Direzione dei lavori.
10. Con il procedere delle murature l'Appaltatore, potrà recuperare i legnami costituenti le armature,

semprech  non si tratti di armature formanti parte integrante dell'opera, da restare quindi in posto in propriet  dell'Amministrazione; i legnami per , che a giudizio della Direzione dei lavori, non potessero essere tolti senza pericolo o danno del lavoro, dovranno essere abbandonati negli scavi.

Art. 69 - Rimozioni e demolizioni murature

1. Prima dell'inizio dei lavori di demolizione   obbligatorio procedere alla verifica delle condizioni di conservazione e stabilit  delle strutture da demolire. In funzione del risultato dell'indagine si proceder  poi all'esecuzione delle opere di rafforzamento e di puntellamento necessarie ad evitare crolli improvvisi durante la demolizione.
2. Le demolizioni di murature, sia parziali che complete, devono essere eseguite con cautela dall'alto verso il basso e con le necessarie precauzioni, in modo tale da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro, non danneggiare le residue murature ed evitare incomodi o disturbo. La successione dei lavori deve essere indicata in un apposito programma firmato dall'appaltatore e dalla direzione lavori e deve essere a disposizione degli ispettori di lavoro.
3. E' vietato far lavorare persone sui muri; la demolizione delle murature dovr  essere eseguita servendosi di ponti di servizio indipendenti dall'opera in demolizione. La demolizione dovr  essere eseguita per piccoli blocchi, che di norma non dovranno superare il volume di quattro mattoni, da ricaversi con martello e scalpello o con utensili elettromeccanici portatili. Non dovranno mai essere utilizzate leve o picconi.
4.   assolutamente vietato gettare dall'alto materiali in genere, che invece devono essere trasportati o guidati in basso tramite opportuni canali il cui estremo inferiore non deve risultare a distanza superiore ai 2 m dal piano raccolta.
  assolutamente vietato sollevare polvere, per cui tanto le murature quanto i materiali di risulta dovranno essere opportunamente bagnati.
5. Durante le demolizioni e le rimozioni l'Appaltatore dovr  provvedere alle puntellature eventualmente necessarie per sostenere le parti che devono permanere e dovr  procedere in modo da non deteriorare i materiali risultanti, i quali devono potersi ancora impiegare nei limiti concordati con la direzione dei lavori, sotto pena di rivalsa di danni a favore della stazione appaltante.
6. Tutti i materiali riutilizzabili, a giudizio insindacabile della direzione dei lavori, devono essere opportunamente puliti, custoditi, trasportati ed ordinati nei luoghi di deposito che verranno indicati dalla Direzione stessa, usando cautele per non danneggiarli, sia nella pulizia sia nel trasporto sia nell'asestamento, e per evitarne la dispersione.
Detti materiali restano tutti di propriet  della stazione appaltante, la quale potr  ordinare all'Appaltatore di impiegarli in tutto od in parte nei lavori appaltati, ai sensi dell'art. 36 del vigente Cap. Gen. n. 145/00, con i prezzi indicati nell'elenco del presente capitolato.
7. I materiali di scarto provenienti dalle demolizioni e rimozioni devono essere sempre trasportati dall'Appaltatore fuori del cantiere nei punti indicati od alle pubbliche discariche.
8. Le demolizioni dovranno limitarsi alle parti ed alle dimensioni prescritte. Quando, anche per mancanza di puntellamenti o di altre precauzioni, venissero demolite altre parti od oltrepassati i limiti fissati, le parti indebitamente demolite saranno ricostruite e rimesse in ripristino a cura e spese dell'Appaltatore, senza alcun compenso.

Art. 70 - Rimozioni e demolizioni pavimenti

1.   assolutamente vietato sollevare polvere, per cui i materiali di risulta dovranno essere opportunamente bagnati.
2. Tutti i materiali riutilizzabili, a giudizio insindacabile della direzione dei lavori, devono essere opportunamente puliti, custoditi, trasportati ed ordinati nei luoghi di deposito che verranno indicati dalla Direzione stessa, usando cautele per non danneggiarli, sia nella pulizia sia nel trasporto sia nell'asestamento, e per evitarne la dispersione.
Detti materiali restano tutti di propriet  della stazione appaltante, la quale potr  ordinare all'Appaltatore di impiegarli in tutto od in parte nei lavori appaltati, ai sensi dell'art. 36 del vigente Cap. Gen. n. 145/00, con i prezzi indicati nell'elenco del presente capitolato.

3. I materiali di scarto provenienti dalle demolizioni e rimozioni devono essere sempre trasportati dall'Appaltatore fuori del cantiere nei punti indicati od alle pubbliche discariche.
4. Le demolizioni dovranno limitarsi alle parti ed alle dimensioni prescritte. Quando venissero demolite altre parti od oltrepassati i limiti fissati, le parti indebitamente demolite saranno ricostruite e rimesse in ripristino a cura e spese dell'Appaltatore, senza alcun compenso.

Art. 71 - Casseforme

1. Le casseforme e le relative strutture di supporto devono essere realizzate in modo da sopportare le azioni alle quali sono sottoposte nel corso della messa in opera del calcestruzzo e in modo da essere abbastanza rigide per garantire il rispetto delle dimensioni geometriche e delle tolleranze previste.

In base alla loro configurazione le casseforme possono essere classificate in:

- casseforme smontabili;
- casseforme a tunnel, idonee a realizzare contemporaneamente elementi edilizi orizzontali e verticali;
- casseforme rampanti, atte a realizzare strutture verticali mediante il loro progressivo innalzamento, ancorate al calcestruzzo precedentemente messo in opera;
- casseforme scorrevoli, predisposte per realizzare in modo continuo opere che si sviluppino in altezza o lunghezza.

2. Per rispettare le quote e le tolleranze geometriche progettuali, le casseforme devono essere praticamente indeformabili quando, nel corso della messa in opera, sono assoggettate alla pressione del calcestruzzo e alla vibrazione.
3. I casseri devono essere puliti e privi di elementi che possano in ogni modo pregiudicare l'aspetto della superficie del conglomerato cementizio indurito.

Tutti i tipi di casseforme (con la sola esclusione di quelle che rimangono inglobate nell'opera finita), prima della messa in opera del calcestruzzo, richiedono il trattamento con un agente (prodotto) disarmante.

I prodotti disarmanti sono applicati ai manti delle casseforme per agevolare il distacco del calcestruzzo, ma svolgono anche altre funzioni, quali la protezione della superficie delle casseforme metalliche dall'ossidazione e della corrosione, l'impermeabilizzazione dei pannelli di legno e il miglioramento della qualità della superficie del calcestruzzo. La scelta del prodotto e la sua corretta applicazione influenzano la qualità delle superfici del calcestruzzo, in particolare l'omogeneità di colore e l'assenza di bolle.

Le casseforme assorbenti, costituite da tavole o pannelli di legno non trattato o altri materiali assorbenti, calcestruzzo compreso prima della messa in opera del calcestruzzo richiedono la saturazione con acqua. Si deve aver cura di eliminare ogni significativa traccia di ruggine nelle casseforme metalliche.

4. Nel caso in cui i ferri d'armatura non siano vincolati alle casseforme, per rispettare le tolleranze dello spessore del copriferro si dovranno predisporre opportune guide o riscontri che contrastano l'effetto della pressione esercitata dal calcestruzzo.
5. I giunti tra gli elementi di cassaforma saranno realizzati con ogni cura, al fine di evitare fuoriuscite di boiaccia e creare irregolarità o sbavature. Potrà essere prescritto che tali giunti debbano essere evidenziati in modo da divenire elementi architettonici.
6. Il disarmo comprende le fasi che riguardano la rimozione delle casseforme e delle strutture di supporto. Queste non possono essere rimosse prima che il calcestruzzo abbia raggiunto la resistenza sufficiente a:
 - sopportare le azioni applicate;
 - evitare che le deformazioni superino le tolleranze specificate;
 - resistere ai deterioramenti di superficie dovuti al disarmo.

Durante il disarmo è necessario evitare che la struttura subisca colpi, sovraccarichi e deterioramenti.

I carichi sopportati da ogni centina devono essere rilasciati gradatamente, in modo tale che gli elementi di supporto contigui non siano sottoposti a sollecitazioni brusche ed eccessive.

La stabilità degli elementi di supporto e delle casseforme deve essere assicurata e mantenuta durante l'annullamento delle reazioni in gioco e lo smontaggio.

Il disarmo deve avvenire gradatamente adottando i provvedimenti necessari a evitare brusche sollecitazioni e azioni dinamiche. Infatti, l'eliminazione di un supporto dà luogo, nel punto di applicazione, a una repentina forza uguale e contraria a quella esercitata dal supporto (per carichi verticali, si tratta di forze orientate verso il basso, che danno luogo a impropri aumenti di sollecitazione delle strutture).

In ogni caso, il disarmo deve essere autorizzato e concordato con la direzione dei lavori.

Si deve porre attenzione ai periodi freddi, quando le condizioni climatiche rallentano lo sviluppo delle resistenze del calcestruzzo, come pure al disarmo e alla rimozione delle strutture di sostegno delle solette e delle travi. In caso di dubbio, è opportuno verificare la resistenza meccanica reale del calcestruzzo.

Le operazioni di disarmo delle strutture devono essere eseguite da personale specializzato dopo l'autorizzazione del direttore dei lavori. Si dovrà tenere conto e prestare attenzione che sulle strutture da disarmare non vi siano carichi accidentali e temporanei e verificare i tempi di maturazione dei getti in calcestruzzo.

È vietato disarmare le armature di sostegno se sulle strutture insistono carichi accidentali e temporanei.

Nella seguente tabella sono riportati i tempi minimi per il disarmo delle strutture in cemento armato dalla data del getto.

Struttura	Calcestruzzo normale (giorni)	Calcestruzzo ad alta resistenza (giorni)
Sponde dei casseri di travi e pilastri	3	2
Solette di luce modesta	10	4
Puntelli e centine di travi, archi e volte	24	12
Strutture a sbalzo	28	14

Art. 72 - Verniciature

1. Tutta l'attrezzatura che si prevede di usare per le operazioni di verniciatura o di tinteggiatura deve essere sottoposta all'approvazione della direzione dei lavori.
I pennelli e i rulli devono essere del tipo, della superficie e delle dimensioni adatte alle vernici che si impiegheranno e al tipo di lavoro che si sta eseguendo e non dovranno lasciare impronte.
L'attrezzatura per la verniciatura a spruzzo (air-less) deve essere corredata da pistole di tipo idoneo ad ogni singolo impiego.
Tutta l'attrezzatura, infine, deve essere mantenuta sempre in ottime condizioni di funzionamento. Si raccomanda, perciò, la pulizia più accurata per il successivo riutilizzo.
2. L'appaltatore dovrà predisporre dei campioni dei supporti, possibilmente dello stesso materiale, sul quale saranno applicati i prodotti vernicianti o pitture con i trattamenti secondo i cicli previsti in più tonalità di tinte, per consentire alla direzione dei lavori di operare una scelta.
Secondo le disposizioni impartite, si dovrà completare un pannello, un tratto di muratura o un locale completo. La totalità del lavoro potrà procedere solo dopo l'approvazione della direzione dei lavori.
L'elemento scelto come campione servirà come riferimento al quale si dovrà uniformare l'intera opera da eseguire.
3. Le operazioni di tinteggiatura o di verniciatura devono essere precedute da un'accurata preparazione delle superfici interessate (asportazione di carta da parati, asportazione di tempere, carteggiatura, lavaggio sgrassante, lavatura, neutralizzazione, rasatura, raschiature, maschiatura, sabbiatura e/ scrostatura, spolveratura, spazzolatura, stuccature, levigature, ecc.), con sistemi idonei ad assicurare la perfetta riuscita del lavoro.
4. Le superfici murarie nuove devono essere prive di qualsiasi residuo di lavorazione precedente a quello del rivestimento protettivo o decorativo.
Le superfici metalliche nuove devono essere prive di calamina, ruggine, incrostazioni di malta, grassi, residui oleosi o untuosi e non essere trattati con pitture di fondo antiruggine o wash primer.
Le superfici dei manufatti lignei devono essere prive di tracce di residui untuosi o di pitture di fondo, nonché prive di fessurazioni e irregolarità trattate con mastici o stucchi non idonei.
5. La miscelazione e la posa in opera di prodotti monocomponenti e bicomponenti deve avvenire nei rapporti, nei modi e nei tempi indicati dalle schede tecniche rilasciate dal produttore onde evitare alterazioni del prodotto.
6. L'applicazione dei prodotti vernicianti non deve essere effettuata su superfici umide. L'intervallo di tempo fra una mano e la successiva deve essere - salvo diverse prescrizioni - di 24 ore, la temperatura ambiente non deve superare i 40 °C e la temperatura delle superfici dovrà essere compresa fra i 5 e 50 °C, con un massimo di 80% di umidità relativa. In generale, ogni strato di pittura deve essere applicato dopo l'essiccazione dello stato precedente e comunque secondo le esigenze richieste dagli specifici

prodotti vernicianti impiegati. La verniciatura, soprattutto per le parti visibili, non deve presentare colature, festonature e sovrapposizioni anormali. Le modalità di applicazione possono essere a pennello e a spruzzo.

7. Nell'applicazione a pennello ciascuna mano deve essere applicata pennellando in modo che aderisca completamente alla superficie. La vernice deve essere tirata in maniera liscia e uniforme, senza colature, interruzioni, bordi sfuocati o altri difetti e in modo da risultare compatta e asciutta prima che venga applicata la seconda mano. Bisognerà osservare il tempo minimo indicato dal produttore per l'applicazione fra una mano e l'altra.
L'applicazione a spruzzo deve essere effettuata prima in un senso e quindi nel senso opposto, fino a coprire tutta la superficie. La vernice che deve essere impiegata dovrà essere solo del tipo a spruzzo. Si dovranno ricoprire opportunamente le superfici circostanti, perché non si abbiano a sporcare altri manufatti.
8. Le opere di verniciatura su manufatti metallici devono essere precedute da accurate operazioni di pulizia (nel caso di elementi esistenti) e rimozione delle parti ossidate. Deve quindi essere applicata almeno una mano di vernice protettiva e un numero non inferiore a due mani di vernice del tipo e del colore previsti fino al raggiungimento della completa uniformità della superficie.
9. Nelle opere di verniciatura eseguite su intonaco, oltre alle verifiche della consistenza del supporto e alle successive fasi di preparazione, si deve attendere un adeguato periodo, fissato dalla direzione dei lavori, di stagionatura degli intonaci, trascorso il quale si può procedere all'applicazione di una mano di imprimitura (eseguita con prodotti speciali) o di una mano di fondo più diluita alla quale seguiranno altre due mani di vernice del colore e delle caratteristiche fissate.
10. Le opere verniciate devono essere protette, fino al completo essiccamento, dalla polvere, dall'acqua e da ogni altra fonte di degradazione. La pitturazione deve essere eseguita sempre in ambiente protetto dagli agenti atmosferici che possono pregiudicare l'essiccamento della vernice e nelle condizioni di umidità e di temperatura dell'ambiente indicate dal produttore della vernice o della pittura.
11. L'appaltatore ha l'obbligo di non scaricare in fognatura e di non disperdere nell'ambiente il prodotto e/o il contenitore.
In caso di spargimenti occorre assorbire con sabbia. I rifiuti derivanti, classificabili come speciali, devono essere smaltiti in apposite discariche autorizzate rispettando le normative locali e nazionali in vigore e ottenendo preventivamente l'autorizzazione degli enti preposti.

Art. 73 - Fognatura

1. Gli scavi per la posa in opera, dovranno essere costituiti da livellette raccordate da curve e, laddove la natura dei terreni lo rendesse opportuno, occorrerà preparare il piano di posa con un letto di sabbia; qualora fosse più indicata la realizzazione di un massetto, lo stesso sarà realizzato con un conglomerato cementizio magro.
2. Lo scarico dei tubi, di qualunque materiale, dai mezzi di trasporto, sarà da effettuarsi prendendo tutte le precauzioni necessarie ad evitare danni sia ai tubi che ai rivestimenti: prima di essere messi a posto, i singoli elementi saranno accuratamente puliti.
3. Le tubazioni saranno montate da personale specializzato. Eseguita le giunzioni, con la migliore tecnica relativa a ciascun tipo di materiale, si procederà al controllo della posizione altimetrica e planimetrica della condotta ed alle conseguenti eventuali rettifiche che saranno a totale carico dell'impresa.
Nell'interno ed in corrispondenza dei giunti i tubi dovranno essere perfettamente puliti; sarà evitata la loro posa in opera in presenza d'acqua o di fango e nel tubo non dovranno rimanere corpi estranei, terra, sassi, sabbia od impurità di sorta.
4. Ogni tratta compresa fra un pozzetto e l'altro dovrà essere perfettamente rettilinea e di pendenza costante in accordo ai profili approvati dalla Direzione Lavori.
Tutti i cambiamenti di direzione e di pendenza della condotta dovranno essere eseguiti tramite un pozzetto di ispezione. Mediante una livella dovrà essere costantemente controllata la pendenza di ogni tubo in modo da mantenere una livelletta regolare e costante e secondo i profili di posa esecutivi.

Art. 74 - Pozzetti

1. I pozzetti d'ispezione, d'incrocio, di salto, di cacciata, di manovra, di sfiato di scarico e simili, saranno eseguiti secondo i disegni di progetto, sia che si tratti di manufatti realizzati in opera che prefabbricati.
2. Nel caso dei manufatti realizzati in opera, i gradini della scaletta dovranno essere ben fissati, posizionati in perfetta verticale, allineati fra loro ed in asse col foro del sovrastante passo d'uomo della copertura. Dovrà essere posta particolare cura per non danneggiare la protezione anticorrosiva dei gradini stessi e delle pareti del pozzetto, eventualmente prescritte.
3. I pozzetti prefabbricati di ispezione o di raccordo componibili in calcestruzzo vibrocompresso, realizzato con l'impiego di cemento ad alta resistenza ai solfati, dovranno sopportare le spinte del terreno e del sovraccarico stradale in ogni componente. Le giunzioni degli innesti, degli allacciamenti e delle canne di prolunga dovranno essere a tenuta ermetica affidata, se non diversamente prescritto, a guarnizioni di tenuta in gomma sintetica con sezione area non inferiore a 10 cmq, con durezza di $40 \pm 5^\circ$ IHRD conforme alle norme UNI EN 681-1, DIN 4060, ISO 4633, incorporate nel giunto in fase di prefabbricazione.
I gradini per scala di accesso saranno prescritti per pozzetti di altezza libera interna $> a 1000$ mm, saranno posti negli appositi fori ad interasse verticale di 250 mm. I gradini dovranno essere conformi alla norma DIN 19555.
4. Le tolleranze dimensionali, controllate in stabilimento e riferite alla circolarità delle giunzioni, degli innesti e degli allacciamenti, dovranno essere comprese tra l'1 e il 2% delle dimensioni nominali: I pozzetti dovranno essere a perfetta tenuta idraulica e tali da garantire il rispetto delle prescrizioni al decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 e s.m.i.
5. Le solette di copertura verranno di norma realizzate fuori opera e saranno dimensionate, armate e realizzate in conformità alle prescrizioni progettuali ed ai carichi previsti in funzione della loro ubicazione.

Art. 75 - Impianto elettrico e di comunicazione interna

1. L'impianto elettrico deve essere realizzato in conformità alla legge 1° marzo 1968, n. 186, e tale conformità deve essere attestata secondo le procedure previste dal D.M. 22 gennaio 2008, n. 37.
2. Si considerano a regola d'arte gli impianti elettrici realizzati secondo le norme CEI applicabili, in relazione alla tipologia di edificio, di locale o di impianto specifico oggetto del progetto e precisamente:
CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 V in corrente alternata e a 1.500 V in corrente continua;
CEI 64-2 Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione o di incendio, in vigore esclusivamente per i luoghi con pericolo di esplosione per la presenza o sviluppo di sostanze esplosive (Luoghi di classe 0);
CEI 31-108 Atmosfere esplosive Guida alla progettazione, scelta ed installazione degli impianti elettrici in applicazione della norma CEI 31-33;
CEI 64-50 Edilizia residenziale - Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori, ausiliari e telefonici;
CEI 103-1 Impianti telefonici interni.
3. Per quanto concerne il rischio incendio, l'installazione dei cavi deve rispettare le prescrizioni contenute nella CEI 64-8 che distingue gli "ambienti ordinari" da quelli "a maggior rischio in caso di incendio".
4. Nel caso più generale gli impianti elettrici utilizzatori prevedono: punti di consegna ed eventuale cabina elettrica; circuiti montanti, circuiti derivati e terminali; quadro elettrico generale e/o dei servizi, quadri elettrici locali o di unità immobiliari; alimentazioni di apparecchi fissi e prese; punti luce fissi e comandi; illuminazione di sicurezza, ove prevedibile.
Con impianti ausiliari si intendono:
- l'impianto citofonico con portiere elettrico o con centralino di portineria e commutazione al posto esterno;
- l'impianto videocitofonico;
- l'impianto centralizzato di antenna TV e MF.
L'impianto telefonico generalmente si limita alla predisposizione delle tubazioni e delle prese.
È indispensabile per stabilire la consistenza e dotazione degli impianti elettrici, ausiliari e telefonici la definizione della destinazione d'uso delle unità immobiliari (ad uso abitativo, ad uso uffici, ad altri usi) e la definizione dei servizi generali (servizi comuni: portinerie, autorimesse, box auto, cantine, scale, altri; servizi tecnici: cabina elettrica; ascensori; centrali termiche, idriche e di condizionamento; illuminazione esterna ed altri).

Quali indicazioni di riferimento per la progettazione degli impianti elettrici, ausiliari e telefonici, ove non diversamente concordato e specificato, si potranno assumere le indicazioni formulate dalla Guida CEI per la dotazione delle varie unità immobiliari e per i servizi generali.

Sulla necessità di una cabina elettrica e sulla definizione del locale dei gruppi di misura occorrerà contattare l'Ente distributore dell'energia elettrica. Analogamente per il servizio telefonico occorrerà contattare la Telecom.

5. L'interruttore generale a servizio dei locali deve essere installato all'esterno dei locali stessi, in posizione segnalata e facilmente accessibile. Negli altri casi deve essere collocato lontano dall'apparecchio utilizzatore, in posizione segnalata e facilmente raggiungibile e accessibile.
6. Le giunzioni e le derivazioni devono essere effettuate solo ed esclusivamente all'interno di quadri elettrici, cassette di derivazione o di canali e passerelle, a mezzo di apposite morsettiere e morsetti.
7. Per le disposizioni tecniche riguardanti quadri elettrici, cassette di derivazione e sistemi di protezione dei cavi, si rimanda ai rispettivi articoli del presente Capitolato.
8. Per quanto concerne gli apparecchi di illuminazione, nello stoccaggio in cantiere e durante la posa dovranno essere prese tutte le precauzioni necessarie ad evitare danneggiamenti al buon funzionamento dell'apparecchiatura e all'aspetto estetico.
Nella posa dovranno essere impiegati tutti i fissaggi previsti e consigliati dal costruttore oltre a quelli supplementari eventualmente ordinati dalla D.L.
I tipi, i quantitativi e le disposizioni degli apparecchi illuminanti ed accessori indicati nei disegni sono puramente indicativi; qualsiasi variante in merito potrà essere disposta dalla D.L., senza che questo comporti motivo per la richiesta di maggiori compensi da parte dell'Impresa.
9. Ove previsto il servizio di illuminazione di emergenza, da eseguire a regola d'arte, in conformità, in particolare, alle norme, UNI-EN 1838 e CEI 34-22 ed alle leggi, decreti, norme e regolamenti applicabili, sarà necessario che l'alimentazione venga realizzata con circuito indipendente, con apparecchi di tipo autonomo, di adeguata autonomia, ad inserimento automatico, al mancare dell'illuminazione ordinaria.
Il livello minimo di illuminamento da garantire lungo i passaggi, le uscite e i percorsi delle vie di esodo deve essere non inferiore a 5 lux a pavimento. In corso di esecuzione dei lavori il rispetto del suddetto requisito sarà verificato puntualmente dalla Direzione Lavori.
10. Il Direttore dei lavori per la pratica realizzazione dell'impianto, oltre al coordinamento di tutte le operazioni necessarie alla realizzazione dello stesso, dovrà prestare particolare attenzione alla verifica della completezza di tutta la documentazione, ai tempi della sua realizzazione e ad eventuali interferenze con altri lavori. Dovrà verificare, inoltre, che i materiali impiegati e la loro messa in opera siano conformi a quanto stabilito dal progetto.

Art. 76 - Massicciata stradale

1. L'applicazione sulla superficie delle massicciate cilindrate di qualsiasi rivestimento, a base di leganti bituminosi, catramosi od asfaltici, richiede che tale superficie risulti rigorosamente pulita, e cioè scevra in modo assoluto di polvere e fango, in modo da mostrare a nudo il mosaico dei pezzi di pietrisco.
Ove quindi la ripulitura della superficie della massicciata non sia già stata conseguita attraverso un accurato preventivo lavaggio del materiale costituente lo strato superiore, da eseguirsi immediatamente prima dello spandimento e della compressione meccanica, la pulitura si potrà iniziare con scopatrici meccaniche, cui farà seguito la scopatura a mano con lunghe scope flessibili. L'eliminazione dell'ultima polvere si dovrà fare di norma con acqua sotto pressione, salvo che la Direzione dei lavori consenta l'uso di soffiatrici che eliminino la polvere dagli interstizi della massicciata.
Sarà di norma prescritto il lavaggio quando, in relazione al tipo speciale di trattamento stabilito per la massicciata, il costipamento di quest'ultima superficie sia tale da escludere che essa possa essere sconvolta dall'azione del getto d'acqua sotto pressione, e si impieghino, per il trattamento superficiale, emulsioni.
Per leganti a caldo, per altro, il lavaggio sarà consentito solo nei periodi estivi; e sarà comunque escluso quando le condizioni climatiche siano tali da non assicurare il pronto asciugamento della massicciata che possa essere richiesto dal tipo di trattamento o rivestimento da eseguire sulla massicciata medesima, in modo da tener conto della necessità di avere, per quei trattamenti a caldo con bitume o catrame che lo

esigono, una massicciata perfettamente asciutta.

2. Le massicciate, tanto se debbono formare la definitiva carreggiata vera e propria portante il traffico dei veicoli di per sè resistente, quanto se debbano eseguirsi per consolidamento o sostegno di pavimentazioni destinate a costituire la carreggiata stessa, saranno eseguite con pietrisco o ghiaia aventi le dimensioni appropriate al tipo di carreggiata.

Il pietrisco sarà ottenuto con la spezzatura a mano o meccanica, curando in quest'ultimo caso di adoperare tipi di frantoi meccanici che spezzino il pietrame od i ciottoloni di elevata durezza da impiegare per la formazione del pietrisco, in modo da evitare che si determinino fratture nell'interno dei singoli pezzi di pietrisco.

3. Il materiale di massicciata, preventivamente ammannito in cumuli di forma geometrica od in cataste pure geometriche sui bordi della strada od in adatte località adiacenti agli effetti della misurazione, qualora non sia diversamente disposto, verrà sparso e regolarizzato in modo che la superficie della massicciata, ad opera finita, abbia in sezione trasversale e per tratti in rettilineo ed in curva, il profilo indicato negli elaborati progettuali o comunque stabilito dalla Direzione dei lavori.

Per la formazione della massicciata si ricorrerà alle comuni carriere o forche e se possibile ad adatti distributori meccanici.

L'altezza dello strato da cilindrare in una sola volta non deve essere superiore a 15 cm.

4. Per quanto concerne la cilindratura, si provvederà all'uopo ed in generale con rullo compressore a motore del peso non minore di 16 tonnellate.

I compressori saranno forniti a piè d'opera dall'Impresa con i relativi macchinisti e conduttori abilitati e con tutto quanto è necessario al loro perfetto funzionamento (salvo che sia diversamente disposto per la fornitura di rulli da parte dell'Amministrazione).

Verificandosi eventualmente guasti ai compressori in esercizio, l'Impresa dovrà provvedere prontamente alla riparazione ed anche alla sostituzione, in modo che le interruzioni di lavoro siano ridotte al minimo possibile.

Il lavoro di compressione o cilindratura dovrà essere iniziato dai margini della strada e gradatamente proseguito verso la zona centrale.

Il rullo dovrà essere condotto in modo che nel cilindrare una nuova zona passi sopra una striscia di almeno 20 cm della zona precedentemente cilindrata, e che nel cilindrare la prima zona marginale venga a comprimere anche una zona di banchina di almeno 20 cm di larghezza.

Non si dovranno cilindrare o comprimere contemporaneamente strati di pietrisco o ghiaia superiori a 12 cm di altezza misurati sul pietrisco soffice sparso, e quindi prima della cilindratura. Pertanto, ed ogni qualvolta la massicciata debba essere formata con pietrisco di altezza superiore a 12 cm misurata sempre come sopra, la cilindratura dovrà essere eseguita separatamente e successivamente per ciascun strato di 12 cm o frazione, a partire da quello inferiore.

Quanto alle modalità di esecuzione delle cilindature queste vengono distinte in 3 categorie:

1° di tipo chiuso;

2° di tipo parzialmente aperto;

3° di tipo completamente aperto;

a seconda dell'uso cui deve servire la massicciata a lavoro di cilindratura ultimato, e dei trattamenti o rivestimenti coi quali è previsto che debba essere protetta.

Qualunque sia il tipo di cilindratura - fatta eccezione delle compressioni di semplice assestamento, occorrenti per poter aprire al traffico senza disagio del traffico stesso, almeno nel primo periodo, la strada o i tratti da conservare a macadam semplice - tutte le cilindature in genere debbono essere eseguite in modo che la massicciata, ad opera finita e nei limiti resi possibili dal tipo cui appartiene, risulti cilindrata a fondo, in modo cioè che gli elementi che la compongono acquistino lo stato di massimo addensamento.

La cilindratura di tipo chiuso, dovrà essere eseguita con uso di acqua, pur tuttavia limitato, per evitare ristagni nella massicciata e rifluimento in superficie del terreno sottostante che possa perciò essere rammollito e con impiego, durante la cilindratura, di materiale di saturazione, comunemente detto aggregante, costituito da sabbione pulito e scevro di materie terrose da scegliere fra quello con discreto potere legante, o da detrito dello stesso pietrisco, se è prescritto l'impiego del pietrisco e come è opportuno per questo tipo, purché tali detriti siano idonei allo scopo. Detto materiale col sussidio dell'acqua e con la cilindratura prolungata in modo opportuno, ossia condotta a fondo, dovrà riempire completamente, od almeno il più che sia possibile, i vuoti che anche nello stato di massimo addensamento

del pietrisco restano tra gli elementi del pietrisco stesso.

Ad evitare che per eccesso di acqua si verifichino inconvenienti immediati o cedimenti futuri, si dovranno aprire frequenti tagli nelle banchine, creando dei canaletti di sfogo con profondità non inferiore allo spessore della massicciata ed eventuale sottofondo e con pendenza verso l'esterno.

La cilindratura sarà protratta fino a completo costipamento col numero di passaggi occorrenti in relazione alla qualità e durezza dei materiali prescritto per la massicciata, e in ogni caso non mai inferiore a 120 passate.

La cilindratura di tipo semiaperto, a differenza del precedente, dovrà essere eseguita con le modalità seguenti:

a) l'impiego di acqua dovrà essere pressoché completamente eliminato durante la cilindratura, limitandone l'uso ad un preliminare inaffiamento moderato del pietrisco prima dello spandimento e configurazione, in modo da facilitare l'assestamento dei materiali di massicciata durante le prime passate di compressore, ed a qualche leggerissimo inaffiamento in sede di cilindratura e limitatamente allo strato inferiore da cilindrare per primo (tenuto conto che normalmente la cilindratura di massicciate per strade di nuova costruzione interessa uno strato di materiale di spessore superiore ai 12 cm), e ciò laddove si verificasse qualche difficoltà per ottenere l'assestamento suddetto. Le ultime passate di compressore, e comunque la cilindratura della zona di massicciata che si dovesse successivamente cilindrare, al disopra della zona suddetta di 12 cm, dovranno eseguirsi totalmente a secco;

b) il materiale di saturazione da impiegare dovrà essere della stessa natura, essenzialmente arida e preferibilmente silicea, nonché almeno della stessa durezza, del materiale durissimo, e pure preferibilmente siliceo, che verrà prescritto ed impiegato per le massicciate da proteggere coi trattamenti superficiali e rivestimenti suddetti.

Si potrà anche impiegare materiale detritico ben pulito proveniente dallo stesso pietrisco formante la massicciata (se è previsto impiego di pietrisco), oppure graniglia e pietrischino, sempre dello stesso materiale.

L'impiego dovrà essere regolato in modo che la saturazione dei vuoti resti limitata alla parte inferiore della massicciata e rimangano nella parte superiore per un'altezza di alcuni centimetri i vuoti naturali risultanti dopo completata la cilindratura; qualora vi sia il dubbio che per la natura o dimensione dei materiali impiegati possano rimanere in questa parte superiore vuoti eccessivamente voluminosi a danno dell'economia del successivo trattamento, si dovrà provvedere alla loro riduzione unicamente mediante l'esecuzione dell'ultimo strato, che dovrà poi ricevere il trattamento, con opportuna mescolanza di diverse dimensioni dello stesso materiale di massicciata.

La cilindratura sarà eseguita col numero di passate che risulterà necessario per ottenere il più perfetto costipamento in relazione alla qualità e durezza del materiale di massicciata impiegato, ed in ogni caso con numero non minore di 80 passate.

La cilindratura di tipo completamente aperto differisce a sua volta dagli altri sopradescritti in quanto deve essere eseguita completamente a secco e senza impiego di sorta di materiali saturanti i vuoti.

La massicciata viene preparata per ricevere la penetrazione, mediante cilindratura che non è portata subito a fondo, ma sufficiente a serrare fra loro gli elementi del pietrisco, che deve essere sempre di qualità durissima e preferibilmente siliceo, con le dimensioni appropriate, mentre il definitivo completo costipamento viene affidato alla cilindratura, da eseguirsi successivamente all'applicazione del trattamento in penetrazione.

5. Qualora la massicciata non debba essere cilindrata, si provvederà a dare ad essa una certa consistenza, oltre che con l'impiego di pietrisco assortito (da 60 a 25 mm) escludendo rigorosamente le grosse pezzature, mediante lo spandimento di sabbione di aggregazione che renda possibile l'amalgama di vari elementi sotto un traffico moderato.

Art. 77 - Pavimentazione stradale con bitumi

1. In riferimento alle istruzioni del C.N.R. b.u. n. 169/1994, si riportano le definizioni di cui ai paragrafi seguenti. Le parti del corpo stradale più direttamente interessate dai carichi mobili si possono distinguere essenzialmente in:
 - sovrastruttura;
 - sottofondo.

Con il termine sovrastruttura si indica la parte del corpo stradale costituita da un insieme di strati sovrapposti, di materiali e di spessori diversi, aventi la funzione di sopportare complessivamente le azioni dal traffico e di trasmetterle e distribuirle, opportunamente attenuate, al terreno d'appoggio (sottofondo) o ad altre idonee strutture.

2. Nella sovrastruttura normalmente sono presenti e si distinguono i seguenti strati:

- strato superficiale;
- strato di base;
- strato di fondazione.

Oggetto del presente articolo sono lo strato superficiale e quello di base.

Lo strato superficiale è lo strato immediatamente sottostante al piano viabile. Nelle sovrastrutture flessibili esso viene suddiviso in due strati:

- strato di usura;
- strato di collegamento (binder).

Lo strato di usura è lo strato disposto a immediato contatto con le ruote dei veicoli, destinato ad assicurare adeguate caratteristiche di regolarità e condizioni di buona aderenza dei veicoli alla superficie di rotolamento, a resistere prevalentemente alle azioni tangenziali di abrasione, nonché a proteggere gli strati inferiori dalle infiltrazioni delle acque superficiali.

Lo strato di collegamento è lo strato, spesso chiamato binder, sottostante al precedente, destinato a integrarne le funzioni portanti e ad assicurarne la collaborazione con gli strati inferiori. Normalmente è costituito da materiale meno pregiato e quindi più economico del sovrastante.

Lo strato di base è lo strato intermedio tra lo strato superficiale e il sottostante strato di fondazione

3. La miscela bituminosa dello strato di base verrà stesa dopo che sia stata accertata dalla direzione dei lavori la rispondenza della fondazione ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

Prima della stesa del conglomerato bituminoso su strati di fondazione in misto cementato deve essere rimossa, per garantirne l'ancoraggio, la sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso. Nel caso di stesa in doppio strato, la sovrapposizione degli strati deve essere realizzata nel più breve tempo possibile. Qualora la seconda stesa non sia realizzata entro le 24 ore successive tra i due strati, deve essere interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa in ragione di 0,3 kg/m² di bitume residuo.

La miscela bituminosa del binder e del tappeto di usura verrà stesa sul piano finito dello strato sottostante dopo che sia stata accertata dalla direzione dei lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

4. La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

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

Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali, preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente.

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

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

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere devono essere realizzati sempre previo taglio e asportazione della parte terminale di azzeramento.

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

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, deve risultare in ogni momento non inferiore a 140 °C.

La stesa dei conglomerati deve essere sospesa qualora le condizioni meteorologiche generali possano pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

Gli strati eventualmente compromessi devono essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'impresa.

La compattazione dei conglomerati deve iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine

senza interruzioni.

5. L'addensamento di ogni strato deve essere realizzato preferibilmente con rulli gommati.
Per gli strati di base e di binder possono essere utilizzati anche rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati, di peso idoneo e caratteristiche tecnologiche avanzate, in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.
La compattazione dovrà avvenire garantendo un addensamento uniforme in ogni punto, in modo tale da evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.
La superficie degli strati deve presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità e di ondulazioni.
Un'asta rettilinea lunga 4 m, posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato, deve aderirvi uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 5 mm.

Art. 78 - Smaltimento acque piovane stradali

1. Per agevolare lo smaltimento delle acque piovane e impedire infiltrazioni dannose all'interno del corpo stradale, è prevista, ove necessario, la sistemazione e la costruzione di canalette, cunette e cunicoli, nonché la collocazione di caditoie e pozzetti di raccolta delle acque.
2. Le canalette dovranno essere in elementi prefabbricati in lamiera di acciaio ondulata e zincata oppure in conglomerato cementizio o fibrocemento.
L'acciaio della lamiera ondulata dovrà essere della qualità di cui alle norme aashto M. 167-70 e aashto M. 36-70, con contenuto di rame non inferiore allo 0,20% e non superiore allo 0,40%, spessore minimo di 1,5 mm con tolleranza uni, carico unitario di rottura non minore di 340 N/mm^2 , e sarà protetto su entrambe le facce da zincatura a bagno caldo in quantità non inferiore a 305 g/m^2 per faccia.
3. Le canalette a embrici dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, secondo i disegni tipo di progetto.
Le canalette dovranno estendersi lungo tutta la scarpata, dalla banchina al fosso di guardia.
Prima della posa in opera, l'impresa avrà cura di effettuare lo scavo di impostazione degli elementi di canaletta, dando allo scavo stesso la forma dell'elemento, in modo tale che il piano di impostazione di ciascun elemento risulti debitamente costipato, per evitare il cedimento dei singoli elementi.
L'elemento al piede della canaletta, quando il fosso di guardia non è rivestito e manca l'ancoraggio, dovrà essere bloccato mediante due tondini in acciaio del diametro, infissi nel terreno, in modo tale che sporgano.
Ancoraggi analoghi dovranno essere infissi ogni tre elementi di canaletta per impedire il loro slittamento a valle.
In sommità la canaletta dovrà essere raccordata alla pavimentazione, mediante apposito invito in conglomerato cementizio gettato in opera o prefabbricato.
La sagomatura dell'invito dovrà essere tale che l'acqua non incontri ostacoli al regolare deflusso.
4. La formazione di cunetta potrà avvenire con elementi prefabbricati, aventi le caratteristiche prescritte dal progetto, formate con conglomerato cementizio, con armatura idonea alla dimensione degli elementi.
Quest'opera comprenderà la regolarizzazione del piano di posa, la fornitura degli elementi prefabbricati, la sigillatura dei giunti con malta cementizia e quanto altro necessario per consegnare i lavori.
Per tutti i manufatti in elementi prefabbricati di conglomerato cementizio vibrato e/o centrifugato, il controllo della resistenza del conglomerato sarà eseguito a cura e spese dell'impresa, sotto il controllo della direzione dei lavori, prelevando da ogni partita un elemento dal quale ricavare quattro provini cubici da sottoporre a prove di compressione presso un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, indicato dalla stessa direzione dei lavori.
Tassativamente si prescrive che ciascuna partita sottoposta a controllo non potrà essere posta in opera fino a quando non saranno noti i risultati positivi delle prove.
5. La costruzione di cunicoli drenanti, aventi sezione all'interno del rivestimento, non superiore a 30 m^2 , potrà avvenire con perforazione sia a mano sia meccanica in terreni di qualsiasi natura, durezza e consistenza, compresi gli oneri per la presenza e lo smaltimento di acqua di qualsiasi entità e portata, nonché per tutte le puntellature, armature e manto di qualsiasi tipo, natura ed entità.
Nell'esecuzione del lavoro si potranno adottare gli stessi sistemi di scavo utilizzati per le gallerie, quali:
 - l'impiego di centinature, semplici o accoppiate, costituite da profilati o da strutture reticolari in ferro

tondo, se è il caso integrate da provvisorie puntellature intermedie;

- il contenimento del cielo o delle pareti di scavo con elementi prefabbricati in conglomerato cementizio, con conglomerato cementizio lanciato a pressione con l'eventuale incorporamento di rete e centine metalliche;

- l'impiego di ancoraggi e bullonaggi, marciavanti e lamiere metalliche;

- l'uso di attrezzature speciali e di altre apparecchiature meccaniche e, in genere, qualsiasi altro metodo di scavo a foro cieco.

6. Il rivestimento di canali, cunette e fossi di guardia, sarà eseguito con conglomerato cementizio e cemento cem II con $R_{ck} \geq 30$ MPa, gettato in opera con lo spessore previsto nei disegni di progetto, previa regolarizzazione e costipamento del piano di posa; la lavorazione prevede anche l'uso delle casseforme, la rifinitura superficiale e sagomatura degli spigoli, nonché la formazione di giunti.

Il rivestimento di cunette e fossi di guardia può essere eseguito in muratura di pietrame e malta dosata a 350 kg/m^3 di cemento normale, con lavorazione del paramento a faccia vista e stuccatura dei giunti.

Il rivestimento dello spessore indicato in progetto sarà eseguito, previa regolarizzazione e costipamento del piano di posa e predisposizione sullo scavo della malta di allettamento.

7. Per caditoie stradali si intendono i dispositivi che hanno la funzione di raccolta delle acque defluenti nelle cunette stradali o ai bordi di superfici scolanti opportunamente sagomate.

Le caditoie devono essere costituite da un pozzetto di raccolta interrato, generalmente prefabbricato, e dotate di un dispositivo di coronamento formato da un telaio che sostiene un elemento mobile detto *griglia o coperchio*, che consente all'acqua di defluire nel pozzetto di raccolta per poi essere convogliata alla condotta di fognatura.

La presa dell'acqua avviene a mezzo di una bocca superiore, orizzontale o verticale, i cui principali tipi sono:

- a griglia;
- a bocca di lupo;
- a griglia e bocca di lupo;
- a fessura.

Un idoneo dispositivo posto tra la griglia di raccolta e la fognatura deve impedire il diffondersi degli odori verso l'esterno (caditoia sifonata).

8. I pozzetti per la raccolta delle acque stradali potranno essere costituiti da pezzi speciali intercambiabili, prefabbricati in conglomerato cementizio armato vibrato, a elevato dosaggio di cemento e pareti di spessore non inferiore a 4 cm, ovvero confezionato in cantiere.

Potranno essere realizzati, mediante associazione dei pezzi idonei, pozzetti con o senza sifone e con raccolta dei fanghi attuata mediante appositi cestelli tronco-conici in acciaio zincato muniti di manico, ovvero con elementi di fondo installati sotto lo scarico. La dimensione interna del pozzetto dovrà essere maggiore o uguale a 45 cm x 45 cm e di 45 cm x 60 cm per i pozzetti sifonati. Il tubo di scarico deve avere un diametro interno minimo di 150 mm.

I pozzetti devono essere forniti perfettamente lisci e stagionati, privi di cavillature, fenditure, scheggiature o altri difetti. L'eventuale prodotto impermeabilizzante deve essere applicato nella quantità indicata dalla direzione dei lavori.

I pozzetti stradali prefabbricati in calcestruzzo armato saranno posti in opera su sottofondo in calcestruzzo dosato a 200 kg di cemento tipo 325 per m^3 d'impasto. La superficie superiore del sottofondo dovrà essere perfettamente orizzontale e a una quota idonea a garantire l'esatta collocazione altimetrica del manufatto rispetto alla pavimentazione stradale.

Prima della posa dell'elemento inferiore si spalmerà il sottofondo con cemento liquido e, qualora la posa avvenga a sottofondo indurito, questo dovrà essere convenientemente bagnato.

I giunti di collegamento dei singoli elementi prefabbricati devono essere perfettamente sigillati con malta cementizia.

Nella posa dell'elemento contenente la luce di scarico, si avrà cura di angolare esattamente l'asse di questa rispetto alla fognatura stradale, in modo che il condotto di collegamento possa inserirsi in quest'ultima senza curve o deviazioni.

Per consentire la compensazione di eventuali differenze altimetriche, l'elemento di copertura dovrà essere posato su anelli di conguaglio dello spessore occorrente.

Se l'immissione avviene dal cordolo del marciapiede, si avrà cura di disporre la maggiore delle mensole porta-secchiello parallela alla bocchetta, così da guidare l'acqua. Poiché lo scarico del manufatto è a manicotto, qualora vengano impiegati, per il collegamento alla fognatura, tubi a bicchiere, tra il bicchiere del primo tubo a valle e il manicotto del pozzetto dovrà essere inserito un pezzo liscio di raccordo.

Art. 79 - Segnaletica stradale

1. Per quanto riguarda la segnaletica, l'Impresa dovrà attenersi alle disposizioni che verranno impartite di volta in volta dalla Direzione dei lavori.
Dovranno essere tenute presenti le norme che sono contenute nel vigente Codice della strada e nel Capitolato speciale dei segnali stradali predisposto dall'Ispettorato Generale Circolazione e Traffico del Ministero dei LL.PP.
2. Verrà rispettata, per quanto applicabile, la norma UNI EN 1436.
3. La segnaletica orizzontale, previa pulitura del manto stradale interessato, dovrà essere eseguita mediante idonee macchine tracciatrici ed ubicata come prescritto dalla direzione dei lavori.
4. Tutti i sostegni metallici devono essere posti in opera su plinto di calcestruzzo dosato a q.li 2,50/mc delle dimensioni opportune ed a giudizio insindacabile della direzione dei lavori.
La lunghezza dell'incastro sarà stabilita di volta in volta dalla Direzione dei lavori, e dove occorra dovranno essere predisposti dei fori per il passaggio di cavi elettrici.
Tutti i supporti metallici dei segnali stradali dovranno essere fissati ai relativi sostegni mediante le apposite staffe e bulloneria di dotazione, previa verifica della verticalità del sostegno stesso. L'asse verticale del segnale dovrà essere parallelo e centrato con l'asse del sostegno metallico. Il supporto metallico dovrà essere opportunamente orientato secondo quanto indicato dalla direzione dei lavori. Tutti i manufatti riguardanti la segnaletica verticale dovranno essere posti in opera a regola d'arte e mantenuti dall'impresa in perfetta efficienza fino al collaudo.

Art. 80 - Marciapiedi

1. La larghezza del marciapiede va considerata al netto sia di strisce erbose o di alberature che di dispositivi di ritenuta. Tale larghezza non può essere inferiore a 1,50 m. Sul marciapiede possono, comunque, trovare collocazione alcuni servizi di modesto impegno, quali centralini semaforici, colonnine di chiamata di soccorso, idranti, pali e supporti per l'illuminazione e per la segnaletica verticale, nonché, eventualmente, per cartelloni pubblicitari (questi ultimi da ubicare, comunque, in senso longitudinale alla strada).
In presenza di occupazioni di suolo pubblico localizzate e impegnative (edicole di giornali, cabine telefoniche, cassonetti, ecc.), la larghezza minima del passaggio pedonale dovrà, comunque, essere non inferiore a 2 m.
2. Il profilo della pavimentazione sarà a falda unica avente pendenza trasversale dell'1%, salvo diverse indicazioni fornite dalla Direzione Lavori.
3. La struttura del marciapiede verrà realizzata come segue:
 - sopra lo strato di base in misto di cava o di fiume, verrà realizzato un sottofondo in calcestruzzo costituito da inerti di adeguata granulometria impastati con cemento 325 (ql 1,5 minimo a mc) dello spessore minimo di cm 10 adeguatamente steso e compattato completo di rete elettrosaldata DN 6 mm maglia cm 20x20;
 - verrà posta in opera la pavimentazione del marciapiede; il manto superficiale può essere in asfalto colato; conglomerato bituminoso o in pietra naturale.
4. Il getto del sottofondo dovrà avvenire in una sola ripresa ed in tutto il suo spessore. Qualora, per motivi indipendenti dalla volontà dell'Appaltatore occorresse provvedere all'esecuzione di più riprese fra un getto e l'altro, bisognerà interporre un opportuno giunto di dilatazione. Nel sottofondo così eseguito, dovranno formarsi dei tagli trasversali (1 ogni 4,00 ml.) e con larghezza pari a quella del marciapiede eseguito interponendo opportuni giunti di dilatazione o formando con apposito attrezzo il taglio prima che il sottofondo indurisca. Il costipamento e la finitura del calcestruzzo dovranno essere eseguiti con idonee apparecchiature vibranti; la vibratura e la costipazione dovrà essere iniziata immediatamente

dopo la stesa e proseguita sino a completo costipamento, si dovrà inoltre porre particolare cura nella lisciatura del piano di posa al fine di evitare l'affioramento degli inerti. Per proteggere il calcestruzzo così posto in opera, l'Appaltatore provvederà a sue spese alla posa d'apposite protezioni e passerelle tali da consentire l'accesso alle varie proprietà private. Inoltre si dovrà proteggere il getto mediante steso di uno strato di sabbia, da rimuovere con cura prima della stesa del manto finale nel caso questo sia costituito da manto d'usura.

5. Nel caso di manto finale in asfalto colato, lo strato di sabbia di cui al comma 4 dovrà invece essere regolarizzato ed eventualmente integrato con altro materiale fino a formare un sottile strato uniforme su tutta la superficie del marciapiede, avente lo scopo di isolare il manto d'asfalto dal sottofondo e consentire la rimozione parziale di tratti d'asfalto nel caso se ne presentasse la necessità. Il manto superficiale d'asfalto colato sarà costituito da uno strato avente spessore minimo di mm. 20.

Il trasporto dell'impasto dovrà essere eseguito a mezzo di caldaia munita d'appositi mescolatori meccanici e si dovranno usare tutti gli accorgimenti necessari per impedire la formazione di disuniformità nella miscela. L'asfalto sarà steso ad una temperatura di almeno i 60° C in un unico strato, a mezzo d'apposite spatole di legno. L'intera superficie del manto, immediatamente dopo la stesa, dovrà essere ricoperta da graniglia fine di marmo perfettamente pulito e lavata, con granulazione compresa fra i e 3 mm. Tutti gli orli ed i margini comunque limitanti la pavimentazione ed i suoi singoli tratti dovranno essere preventivamente spalmati con uno strato di bitume, in modo da garantire la perfetta impermeabilità ed adesione. La pavimentazione così posta in opera dovrà presentarsi perfettamente omogenea in ogni sua parte, esente da soffiature, bolle, colature e sbavature di qualsiasi genere. L'Appaltatore sarà tenuto a demolire e rifare le opere che la Direzione Lavori riconoscesse non eseguite con la dovuta cura. Se alla verifica con asta metallica di 3,00 ml. si dovessero presentare ondulazioni in più o in meno di mm. 3, la pavimentazione così fatta sarà rifiutata.

6. Il manto superficiale in conglomerato bituminoso fine sarà costituito da uno strato avente spessore minimo di mm. 20 compressi. Il conglomerato dovrà essere posto in opera o a mano o con apposita macchina vibrofinitrice, se possibile, previa stesa d'emulsione bituminosa tipo acida in ragione di kg 1/mq. La temperatura d'impiego non dovrà essere inferiore a 100 °C. e la stessa avverrà previa pulizia accurata del fondo. Ogni cura dovrà essere posta in atto per evitare imbrattamenti sia delle proprietà che della strada in genere. Si procederà poi alla successivo rullatura con rulli di peso non superiore a 6,00 tonnellate, ove questo non fosse possibile il manto sarà vibrato con opportune piastre con almeno 4 passate. Al termine delle operazioni di cui sopra sull'intera superficie sarà steso uno strato di sabbietta o caolino fino a completa intasatura della pavimentazione. Tale strato sarà mantenuto per almeno 5 giorni consecutivi a cura e spese dell'Appaltatore. Per accettazione dei lavori eseguiti valgono i concetti già espressi per il precedente manto in asfalto colato.

7. Se è previsto manto superficiale in pietra naturale, esso avrà spessore di mm 30.

Le lastre saranno poste in opera a correre nelle diverse direzioni, in modo che l'incontro tra le stesse sia sempre ad angolo retto. Saranno impiantate su letto di cemento dello spessore cm.3 eterogeneo, letto interposto fra la pavimentazione superficiale ed il sottofondo, costituito da uno strato di calcestruzzo cementizio con rete elettrosaldata dello spessore complessivo medio di cm 10 secondo quanto sarà ordinato. Le lastre saranno disposte in opera in modo da risultare pressoché a contatto prima di qualsiasi battitura o sigillatura. Dopo una battitura eseguita sulla linea con numero d'operai pari alla larghezza della pavimentazione del marciapiede, le connessioni fra lastra e lastra non dovranno avere in nessun punto la larghezza superiore a mm. 10.

La sigillatura della pavimentazione a lastre sarà eseguita almeno dopo 2 giorni dalla posa delle stesse e prima di 20 giorni dall'apertura della stessa al transito pedonale; saranno prima riparati gli eventuali guasti verificatisi e errate pose del materiale, poi il marciapiede abbondantemente lavato con acqua in modo che possa aversi la pulizia delle lastre. La pavimentazione così posta in opera dovrà presentarsi perfettamente regolare nel suo andamento; se, ad operazioni ultimate, lo strada presentasse depressioni maggiori di mm. 2 misurata utilizzando un'asta rettilinea di 3,00 ml. nel senso longitudinale, la pavimentazione sarà rifiutata.

CAPO 15

NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DELLE OPERE

Art. 81 - Rilevati e rinterri

1. I prezzi di elenco si applicano al volume dei rilevati che sarà determinato con il metodo delle sezioni ragguagliate, in base ai rilevamenti eseguiti come per gli scavi di sbancamento. I rinterri di scavi a sezione ristretta saranno valutati a metro cubo per il loro volume effettivo misurato in opera.
2. Nei prezzi di elenco si intendono compensati tutti gli oneri:
 - per il prelievo ed il trasporto dei terreni con qualsiasi mezzo e da qualsiasi distanza e per l'indennità di cava dei terreni provenienti da cave di prestito;
 - per il taglio e la rimozione di alberi, cespugli e radici;
 - per lo scarico, lo spianamento e la compattazione meccanica a strati di altezza non superiore a 30 cm;
 - per le bagnature ed i necessari ricarichi;
 - per la profilatura delle scarpate, la formazione delle cunette al piede dei rilevati e dei fossi di guardia ai cigli.

Art. 82 - Scavi in genere

1. Oltre che per gli obblighi particolari contenuti nel Capitolato Speciale d'Appalto e se non diversamente indicato nei prezzi di elenco, con i prezzi per gli scavi in genere l'Impresa deve ritenersi compensata per tutti gli oneri che essa dovrà incontrare:
 - per il taglio di piante, l'estirpazione di ceppaie, radici, ecc.;
 - per il taglio e lo scavo con qualsiasi mezzo delle materie sia asciutte, che bagnate, di qualsiasi consistenza ed anche in presenza d'acqua;
 - per la rimozione di pietre e trovanti di volume fino a 0,10 m³;
 - per la presenza di acqua stabilizzatasi nel cavo per qualsiasi altezza;
 - per il paleggio, l'innalzamento e il trasporto del materiale di risulta al sito di carico sui mezzi di trasporto, compreso il carico sui mezzi e il trasporto e lo scarico a rinterro o a riempimento o a rilevato o a rifiuto entro i limiti di distanza previsti nei prezzi di elenco, compreso la sistemazione delle materie di risulta, oppure il deposito provvisorio del materiale scavato nei luoghi indicati dalla Direzione dei Lavori e successiva ripresa;
 - per la profilatura delle scarpate, pareti e cigli, per lo spianamento del fondo e la configurazione del cavo, per la formazione di gradoni e quanto altro necessario per la sagomatura delle sezioni di scavo secondo i profili definitivi di progetto;
 - per puntellature, sbadacchiature ed armature del cavo di qualsiasi importanza e genere compreso la composizione e la scomposizione, lo sfrido, il deterioramento e le perdite parziali o totali del legname o dei ferri, se non diversamente specificato nei prezzi di elenco;
 - per impalcature, ponti e anditi di servizio e costruzioni provvisorie, occorrenti sia per il trasporto delle materie di scavo che per passaggi, attraversamenti, ecc.;
 - per la formazione e la successiva rimozione delle rampe di accesso agli scavi di splateamento, delle vie di fuga e nicchie di rifugio, delle staccionate di protezione degli scavi profondi oltre 2 ml.;
 - per ogni altra spesa necessaria per l'esecuzione completa degli scavi.
2. La misurazione degli scavi verrà effettuata nei seguenti modi:
 - il volume degli scavi di sbancamento o splateamento verrà determinato con il metodo delle sezioni ragguagliate in base ai rilevamenti eseguiti in contraddittorio con l'Appaltatore, prima e dopo i relativi lavori;
 - gli scavi di fondazione saranno valutati su un volume ottenuto dal prodotto dell'area di base della fondazione stessa per la profondità misurata sotto il piano degli scavi di sbancamento, considerando le pareti perfettamente verticali.

Al volume così calcolato si applicheranno i prezzi fissati per tali opere nell'Elenco prezzi allegato al contratto; essi saranno valutati sempre come se fossero stati eseguiti a pareti verticali ritenendosi già compreso e compensato con il prezzo unitario di elenco ogni onere di maggiore scavo. Per gli scavi di fondazione da eseguire con l'impiego di casseri, paratie o simili strutture, sarà incluso nel volume di scavo per fondazione anche lo spazio occupato dalle strutture stesse. I prezzi di elenco, relativi agli scavi di

fondazione, sono applicabili unicamente e rispettivamente ai volumi di scavo compresi fra piani orizzontali consecutivi, stabiliti per diverse profondità, nello stesso elenco dei prezzi. Pertanto la valutazione dello scavo risulterà definita, per ciascuna zona, dal volume ricadente nella zona stessa e dall'applicazione ad esso del relativo prezzo di elenco.

Art. 83 - Rimozioni e demolizioni murature

1. La demolizione delle murature verrà pagata a volume di muratura concretamente demolita, comprensiva di intonaci e rivestimenti a qualsiasi altezza; tutti i fori, pari o superiori a 2 m², verranno sottratti. Potrà essere accreditata come demolizione in breccia quando il vano utile da ricavare non supererà la superficie di 2 m², ovvero, in caso di demolizione a grande sviluppo longitudinale, quando la larghezza non supererà i 50 cm.

L'appaltatore potrà re-impiegare i materiali di recupero, valutandoli come nuovi, in sostituzione di quelli che egli avrebbe dovuto approvvigionare ossia, considerando lo stesso prezzo fissato per quelli nuovi oppure, in assenza del prezzo, utilizzando il prezzo commerciale detratto, in ogni caso, del ribasso d'asta. L'importo complessivo dei materiali così valutati verrà detratto dall'importo netto dei lavori.

Art. 84 - Rimozioni e demolizioni pavimenti

1. Dovrà essere calcolata, indipendentemente dal genere e dal materiale del pavimento, la superficie compresa tra le pareti intonacate dell'ambiente; la misurazione comprenderà l'incassatura dei pavimenti nell'intonaco. Il prezzo sarà comprensivo dell'onere della, eventuale, demolizione dello zoccolino battiscopa indipendentemente dalla natura.

Art. 85 - Casseforme

1. Le casseforme, se non comprese nel prezzo del conglomerato cementizio, si computano secondo le superfici effettive, sviluppate al vivo, delle strutture in C.A. da gettare.

Art. 86 - Tinteggiature e pitture

1. Le tinteggiature di pareti e soffitti, sia esterni che interni, è computa a metro quadro nei seguenti modi:
 - per le pareti di spessore inferiore a cm 15 si computa lo sviluppo della superficie effettiva tinteggiata, al netto cioè di tutte le aperture esistenti e con l'aggiunta delle relative riquadrature;
 - per le pareti di spessore superiore a cm 15 il computo avverrà a vuoto per pieno, a compenso delle riquadrature dei vani di superficie uguale o inferiore a 4 m².
2. Per la coloritura o verniciatura degli infissi e simili si osservano le norme seguenti:
 - per le porte, bussole e simili, si computerà due volte la luce netta dell'infisso, oltre alla mostra o allo sguincio, se ci sono, non detraendo l'eventuale superficie del vetro;
 - per le finestre senza persiane, ma con controportelli, si computerà tre volte la luce netta dell'infisso e risulterà compensata anche la coloritura dei controportelli e del telaio (o cassettone);
 - le finestre senza persiane e controportelli dovranno essere computate una sola volta la luce netta dell'infisso e così risulterà compresa anche la coloritura della soglia e del telaio;
 - le persiane comuni dovranno essere computate tre volte la luce netta dell'infisso, in questo modo risulterà compresa anche la coloritura del telaio;
 - le persiane avvolgibili dovranno essere computate due volte e mezzo la luce netta dell'infisso, in questo modo risulterà compresa anche la coloritura del telaio ed apparecchio a sporgere, ad eccezione del pagamento della coloritura del cassonetto coprirullo che dovrà essere fatta a parte;
 - per le opere di ferro semplici e senza ornati, quali finestre grandi e vetrate e lucernari, serrande avvolgibili a maglia, saranno computati i tre quarti della loro superficie complessiva, misurata sempre in proiezione, ritenendo così compensata la coloritura di sostegni, grappe e simili accessori, dei quali non si terrà conto alcuno nella misurazione;
 - per le opere di ferro di tipo normale a disegno, quali ringhiere, cancelli anche riducibili, inferriate e simili, sarà computata due volte l'intera loro superficie, misurata con le norme e con le conclusioni di cui alla

lettera precedente;

- per le serrande di lamiera ondulata o ad elementi di lamiera sarà computato due volte e mezza la luce netta del vano, in altezza, tra la soglia e la battitura della serranda, intendendo con ciò compensato anche la coloritura della superficie non in vista;
 - i radiatori dovranno essere pagati ad elemento, indipendentemente dal numero di colonne di ogni elemento e dalla loro altezza;
 - per i tubi, i profilati e simili, si computa lo sviluppo lineare indipendentemente dalla loro sezione.
3. Tutte le coloriture o verniciature si intendono eseguite su ambo le facce e con rispettivi prezzi di elenco si intende altresì compensata la coloritura, o verniciatura di nottole, braccioletti e simili accessori.

Art. 87 - Fognatura

1. La valutazione delle tubazioni sarà fatta a metro misurato lungo l'asse della tubazione, senza cioè tenere conto delle compenetrazioni.
2. Nella valutazione delle tubazioni s'intendono compresi le staffe e i blocchi di ancoraggio, i raccordi per i pozzetti, nonché l'eventuale connessione agli organi di misura e di intercettazione.
3. Nei prezzi delle tubazioni sono compresi i pezzi speciali quali, curve, T, Y, gomiti, ecc.
Tutti i prezzi comprendono gli oneri per saldature, innesti, lavaggio, prove e oneri per collaudo.
Gli attraversamenti, le intercettazioni e i passaggi di ulteriori sottoservizi non daranno luogo ad alcun sovrapprezzo.
4. Le valvole saranno valutate a numero secondo le rispettive caratteristiche e dimensioni.
5. Per quanto non previsto al presente articolo vale la modalità di misura disposta dal computo metrico di progetto/elenco prezzi.
6. L'Appaltatore sarà obbligato ad eseguire le prove di tenuta dei tronchi di tubazione provvedendo, a sue spese, a tutto quanto sarà necessario all'esecuzione delle prove stesse.
Le pressioni di prova saranno stabilite in funzione del tipo e dell'uso delle tubazioni eseguite.

Art. 88 - Pozzetti

1. I pozzetti saranno computati ad elemento.

Art. 89 - Impianto elettrico

1. I cavi multipolari o unipolari di MT e di BT saranno valutati al metro lineare misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera, aggiungendo 1 m per ogni quadro al quale essi sono attestati.
Nei cavi unipolari o multipolari di MT e di BT sono comprese le incidenze per gli sfridi, i capi corda ed i marca cavi, esclusi i terminali dei cavi di MT.
2. I terminali dei cavi a MT saranno valutati a numero. Nel prezzo dei cavi di MT sono compresi tutti i materiali occorrenti per l'esecuzione dei terminali stessi.
3. I cavi unipolari isolati saranno valutati al metro lineare misurando l'effettivo sviluppo in opera, aggiungendo 30 cm per ogni scatola o cassetta di derivazione e 20 cm per ogni scatola da frutto. Sono comprese le incidenze per gli sfridi, morsetti volanti fino alla sezione di 6 mm², morsetti fissi oltre tale sezione.
4. Le apparecchiature in generale saranno valutate a numero secondo le rispettive caratteristiche, tipologie e portata entro i campi prestabiliti. Sono compresi tutti gli accessori per dare in opera l'apparecchiatura completa e funzionante.
5. I corpi illuminanti saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche, tipologie e potenzialità. Sono comprese le lampade, i portalampe e tutti gli accessori per dare in opera l'apparecchiatura completa e funzionante.
6. I frutti elettrici di qualsiasi tipo saranno valutati a numero di frutto montato.
Sono escluse le scatole, le placche e gli accessori di fissaggio che saranno valutati a numero.
7. Per i quadri elettrici, le cassette e i sistemi di protezione dei cavi si rimanda agli articoli ad essi relativi.
8. Per quanto non previsto al presente articolo vale la modalità di misura disposta dal computo metrico di progetto/elenco prezzi.

9. Al termine dei lavori, il Direttore dei Lavori si farà rilasciare il rapporto di verifica dell'impianto elettrico come precisato nella «Appendice G» della Guida CEI 64-50, che attesterà che lo stesso è stato eseguito a regola d'arte. Raccoglierà inoltre la documentazione più significativa per la successiva gestione e manutenzione.

Art. 90 - Massicciata stradale

1. La massicciata sarà valutata a m² della superficie, intendendosi tassativi gli spessori prescritti e nel relativo prezzo unitario sarà inclusa, ove prevista dal prezzo in elenco, la cilindratura. In caso contrario, quest'ultima deve essere pagata in ragione di metro cubo di pietrisco cilindrato, qualunque sia la larghezza della striscia da cilindrare.

Art. 91 - Pavimentazione stradale con bitumi

1. I conglomerati bituminosi posti in opera previa spanditura dell'emulsione bituminosa, stesa del materiale e successivo costipamento mediante rullatura devono essere valutati per ogni metro quadrato, per un prefissato spessore e per i vari strati della pavimentazione.

Art. 92 - Smaltimento acque piovane stradali

1. I dispositivi di chiusura e di coronamento saranno valutati a numero, cos' come i pozzetti prefabbricati di raccolta delle acque.
2. Canalette e cunette prefabbricate saranno compensate a metro lineare.
3. Per quanto non previsto al presente articolo vale la modalità di misura disposta dal computo metrico di progetto.

Art. 93 - Segnaletica stradale

1. La segnaletica stradale sarà valutata ad elemento.

Art. 94 - Marciapiedi

1. Il calcestruzzo sarà computato per il volume effettivamente realizzato.
La rete elettrosaldata sarà valutata a peso.
2. La pavimentazione di marciapiedi deve essere compensata a metro quadro di superficie realizzata.

CAPO 16

QUALITA' DEI MATERIALI

Art. 95 - Casseforme

1. Le casseforme in legno possono essere realizzate con tavole o pannelli.
Le tavole dovranno essere di spessore non inferiore a 25 mm, di larghezza standard esenti da nodi o tarlature. Il numero dei reimpieghi previsto è di 4 o 5.
I pannelli, invece, dovranno essere di spessore non inferiore a 12 mm, con le fibre degli strati esterni disposte nella direzione portante, con adeguata resistenza agli urti e all'abrasione. Il numero dei reimpieghi da prevedere è di 20 ca.
Per quanto concerne lo stoccaggio sia delle tavole che dei pannelli, il legname dovrà essere sistemato in cataste su appoggi con altezza del terreno tale da consentire una sufficiente aerazione senza introdurre deformazioni dovute alle distanze degli appoggi. Le cataste andranno collocate in luoghi al riparo dagli agenti atmosferici e protette con teli impermeabili; la pulizia del legname dovrà avvenire subito dopo il disarmo e comunque prima dell'accatastamento o del successivo reimpiego.
2. Le casseforme di plastica, adoperate per ottenere superfici particolarmente lisce, non dovranno essere utilizzate per getti all'aperto. Il materiale di sigillatura dei giunti dovrà essere compatibile con quello dei

casseri; il numero dei reimpieghi da prevedere è 50/60.

3. Le casseforme in calcestruzzo saranno conformi alla normativa vigente per il c.a. ed avranno resistenza non inferiore a 29 N/mm² (300 Kg/cm²), gli eventuali inserti metallici (escluse le piastre di saldatura) dovranno essere in acciaio inossidabile.

La movimentazione e lo stoccaggio di tali casseri dovranno essere eseguiti con cura particolare, lo stoccaggio dovrà avvenire al coperto, le operazioni di saldatura non dovranno danneggiare le superfici adiacenti, la vibrazione verrà effettuata solo con vibratori esterni e le operazioni di raschiatura e pulizia delle casseforme dovranno essere ultimate prima della presa del calcestruzzo.

Il numero dei reimpieghi da prevedere per questi casseri è di 100 ca.

4. Nel casseri realizzati con metalli leggeri si dovranno impiegare leghe idonee ad evitare la corrosione dovuta al calcestruzzo umido; particolare attenzione sarà posta alla formazione di coppie galvaniche derivanti da contatto con metalli differenti in presenza di calcestruzzo fresco.

Nel caso di casseri realizzati in lamiera d'acciaio piane o sagomate, dovranno essere usati opportuni irrigidimenti e diversi trattamenti della superficie interna (lamiera levigata, sabbiata o grezza di laminazione) con il seguente numero di reimpieghi:

- lamiera levigata, 2;
- lamiera sabbiata, 10;
- lamiera grezza di laminazione, oltre i 10.

Queste casseforme potranno essere costituite da pannelli assemblati o da impianti fissi specificatamente per le opere da eseguire (tavoli ribaltabili, batterie, etc.); i criteri di scelta saranno legati al numero dei reimpieghi previsto, alla tenuta dei giunti, alle tolleranze, alle deformazioni, alla facilità di assemblaggio ed agli standards di sicurezza richiesti dalla normativa vigente.

Art. 96 - Pitture e vernici

1. Le idropitture, le pitture, le vernici e gli smalti dovranno essere conformi alle norme UNI ed UNICHIM vigenti. Salvo diversa prescrizione, tutti i prodotti dovranno risultare pronti all'uso, non essendo consentita alcuna diluizione con solventi o diluenti, tranne nei casi previsti dalle Ditte produttrici e con i prodotti e nei rapporti dalle stesse indicati.

2. Nel rispetto del criterio "2.5.13 Pitture e vernici", così definito nell'Allegato al Decreto del Ministero della Transizione Ecologica del 23 giugno 2022, l'utilizzo risponde ad uno o più dei seguenti requisiti che in base in base ai propri obiettivi ambientali, la stazione appaltante ha specificato nella Relazione CAM allegata al progetto posto a base di gara:

- a) recano il marchio di qualità ecologica Ecolabel UE;
- b) non contengono alcun additivo a base di cadmio, piombo, cromo esavalente, mercurio, arsenico o selenio che determini una concentrazione superiore allo 0,010 % in peso, per ciascun metallo sulla vernice secca.
- c) non contengono sostanze ovvero miscele classificate come pericolose per l'ambiente acquatico di categoria 1 e 2 con i seguenti codici: H400, H410, H411 ai sensi del regolamento (CE) n.1272/2008 (CLP) e s.m.i. . Per requisito si rimanda comunque alle specifiche di cui alla relazione cam.

3. La dimostrazione del rispetto di questo criterio può avvenire tramite, rispettivamente:

- a) l'utilizzo di prodotti recanti il Marchio Ecolabel UE.
- b) rapporti di prova rilasciati da laboratori accreditati, con evidenza delle concentrazioni dei singoli metalli pesanti sulla vernice secca.
- c) dichiarazione del legale rappresentante, con allegato un fascicolo tecnico datato e firmato con evidenza del nome commerciale della vernice e relativa lista delle sostanze o miscele usate per preparare la stessa (pericolose o non pericolose e senza indicarne la percentuale). Per dimostrare l'assenza di sostanze o miscele classificate come sopra specificato, per ogni sostanza o miscela indicata, andrà fornita identificazione (nome chimico, CAS o numero CE) e Classificazione della sostanza o della miscela con indicazione di pericolo, qualora presente. Al fascicolo andranno poi allegate le schede di dati di sicurezza (SDS), se previste dalle norme vigenti, o altra documentazione tecnica di supporto, utile alla verifica di quanto descritto.

10. Tale criterio sarà verificato dalla stazione appaltante secondo le disposizioni di cui al comma 5 dell'art. Art. 12 del presente capitolato speciale d'appalto.

11. Nel rispetto del criterio "2.5.1 Emissioni negli ambienti confinati (inquinamento indoor)", così definito nell'Allegato al Decreto del Ministero della Transizione Ecologica del 23 giugno 2022, i materiali devono rispettare le prescrizioni sui limiti di emissione di cui alla seguente tabella:

Limite di emissione ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) a 28 giorni	
Benzene Tricloroetilene (trielina) di-2-etilesilftalato (DEHP) Dibutylftalato (DBP)	1 (per ogni sostanza)
COV totali 1000	1000
Formaldeide	<10
Acetaldeide	<200
Toluene	<300
Tetracloroetilene	<250
Xilene	<200
1,2,4-Trimetilbenzene	<1000
1,4-diclorobenzene	<60
Etilbenzene	<750
2-Butossietanolo <1000	<1000
Stirene <250	<250

12. L'operatore economico presenta le schede tecniche, i rapporti di prova, le certificazioni o altro documento idoneo a comprovare le caratteristiche dei materiali e dei prodotti che si impegna a impiegare per la realizzazione dell'opera.
13. La determinazione delle emissioni avviene in conformità alla norma UNI EN 16516 o UNI EN ISO 16000-9.
14. Per qualunque metodo di prova o norma da utilizzare, si applicano i seguenti minimi fattori di carico considerando 0,5 ricambi d'aria per ora (a parità di ricambi d'aria, sono ammessi fattori di carico superiori):
- 1,0 m²/m³ per le pareti
 - 0,4 m²/m³ per pavimenti o soffitto
 - 0,05 m²/m³ per piccole superfici, ad esempio porte;
 - 0,07 m²/m³ per le finestre;
 - 0,007 m²/m³ per superfici molto limitate, per esempio sigillanti.
15. Per le pitture e le vernici, il periodo di pre-condizionamento, prima dell'inserimento in camera di emissione, è di 3 giorni.
16. Per dimostrare la conformità sull'emissione di DBP e DEHP sono ammessi metodi alternativi di campionamento ed analisi (materiali con contenuti di DBP e DEHP inferiori a 1 mg/kg, limite di rilevabilità strumentale, sono considerati conformi al requisito di emissione a 28 giorni. Il contenuto di DBP e DEHP su prodotti liquidi o in pasta è determinato dopo il periodo di indurimento o essiccazione a 20±10°C, come da scheda tecnica del prodotto).
17. La dimostrazione del rispetto di questo criterio può avvenire tramite la presentazione di rapporti di prova rilasciati da laboratori accreditati e accompagnati da un documento che faccia esplicito riferimento alla conformità rispetto al presente criterio. In alternativa possono essere scelti prodotti dotati di una etichetta o certificazione tra le seguenti:
- AgBB (Germania)
 - Blue Angel nelle specifiche: RAL UZ 113/120/128/132 (Germania)
 - Eco INSTITUT-Label (Germania)
 - EMICODE EC1/EC1+ (GEV) (Germania)
 - Indoor Air Comfort (Eurofins)
 - Indoor Air Comfort Gold (Eurofins)
 - M1 Emission Classification of Building Materials (Finlandia)
 - CATAS quality award Plus (CQA) CAM edilizia Plus (Italia)
 - Cosmob Qualitas Praemium - INDOOR HI-QUALITY Plus (Italia)

18. La Relazione CAM, parte del progetto posto a base di gara, illustra in che modo il progetto ha tenuto conto di questo criterio progettuale.
19. Tale criterio sarà verificato dalla stazione appaltante secondo le disposizioni di cui al comma 5 dell'art. Art. 12 del presente capitolato speciale d'appalto.

Art. 97 - Tubazioni in gres

1. Prima dell'accettazione di ciascun lotto di fornitura di tubi e accessori, il direttore dei lavori, in contraddittorio con l'appaltatore, deve eseguire dei controlli in cantiere e presso laboratori ufficiali sul prodotto fornito secondo le modalità di seguito indicate:
 - presso gli stabilimenti di produzione e/o di rivestimento;
 - verifica del ciclo di produzione e controllo dimensionale dei tubi;
 - controllo della composizione chimica;
 - controllo delle caratteristiche meccaniche;
 - prova di trazione sia sul materiale base del tubo sia sul cordone di saldatura (per la determinazione del carico unitario di rottura, del carico unitario di snervamento e dell'allungamento percentuale);
 - prova di curvatura (bending test);
 - prova di schiacciamento;
 - prova di piegamento;
 - prove non distruttive (radiografiche, elettromagnetiche, a ultrasuoni, con liquidi penetranti);
 - controllo dei rivestimenti (spessori e integrità), controllo con holiday detector a 15 kV del rivestimento esterno.
 - presso il deposito di stoccaggio:
 - controllo visivo volto ad accertare l'integrità dei tubi, in particolare della smussatura per la saldatura di testa e del rivestimento interno ed esterno dei tubi.Nel caso in cui il controllo della qualità in fase di accettazione risultasse non conforme alle specifiche di progetto e delle specifiche norme UNI, il direttore dei lavori notificherà per iscritto i difetti riscontrati all'appaltatore, che avrà cinque giorni di tempo per effettuare le proprie verifiche e presentare le proprie controdeduzioni in forma scritta.
In caso di discordanza tra i risultati ottenuti, si provvederà entro i dieci giorni successivi ad attuare ulteriori verifiche, da eseguire in conformità alle normative di riferimento presso istituti esterni specializzati, scelti insindacabilmente dal committente e abilitati al rilascio delle certificazioni a norma di legge, eventualmente alla presenza di rappresentanti del committente e dell'appaltatore. Anche tali ulteriori verifiche saranno a totale carico dell'appaltatore e avranno valore definitivo circa la rispondenza o meno della fornitura ai requisiti contrattuali.
2. I tubi e gli elementi complementari in gres devono essere realizzati con impasti omogenei di argille idonee, sottoposte successivamente a cottura ad alte temperature. Le superfici degli elementi possono essere verniciate sia internamente che esternamente, ad eccezione del bicchiere di giunzione e della punta delle canne. Sono ammessi piccoli difetti visivi, quali asperità sulla superficie.
La norma UNI EN 295 definisce le esigenze cui devono conformarsi i tubi e gli elementi complementari di gres a giunzione flessibile con o senza manicotto, destinati alla costruzione di sistemi di fognatura.
3. I diametri nominali minimi ammessi sono quelli del prospetto 1 della norma UNI EN 295-1.
Le lunghezze nominali in relazione al diametro nominale sono riportate nel prospetto 2 della citata norma UNI EN 295-1. La tolleranza relativa alla lunghezza nominale dichiarata per i tubi e gli elementi complementari diritti deve essere tra - 1% e + 4%, oppure ± 10 mm, a seconda di quale sia il valore più alto tra i due.
4. Le caratteristiche del materiale impiegato e gli aspetti funzionali delle giunzioni sono indicati dalla norma UNI EN 295 (parti 1, 2 e 3).
La giunzione si fabbrica in stabilimento, colando resina poliuretanica liquida attorno alla punta e all'interno del bicchiere dei tubi e pezzi speciali di gres.
Gli elementi di tenuta in poliuretano, sottoposti alle prove previste dalla norma UNI EN 295-3, devono avere le seguenti caratteristiche:
 - resistenza a trazione: ≥ 2 N/mm²;

- allungamento a rottura: $\geq 90\%$;
- durezza: 67 ± 5 shore A.

Le guarnizioni ad anello di gomma devono essere sottoposte alla prova di ozono, secondo le modalità di cui alla norma UNI EN 295-3.

I giunti a manicotto di polipropilene, prodotti da fabbricanti in possesso dei requisiti di cui alla norma UNI EN 295, devono essere sottoposti alle prove di cui alla norma UNI EN 295-3 (punto 16) e soddisfare le prescrizioni (indice di fluidità, resistenza a trazione, allungamento di rottura e temperatura elevata) del prospetto 11 della norma UNI EN 295-1. Tali giunti, se approvvigionati da fornitore esterno, devono essere sottoposti alla prova di cui al punto 17 della norma UNI EN 295-3, resistendo a una pressione interna di acqua non inferiore a 60 kPa.

Le tubazioni e i pezzi speciali sono predisposti, per la posa in opera, con il bicchiere verso monte, entro il quale si dispone la punta del pezzo successivo.

Per le giunzioni, la norma UNI EN 295 prevede i seguenti materiali:

- guarnizioni ad anello di gomma;
- elementi di tenuta di poliuretano;
- giunti a manicotto in polipropilene.

I sistemi di giunzione devono essere in grado di garantire un'omogenea velocità di scorrimento e tenuta idraulica nei confronti di una pressione interna o esterna di 50 kN/m² (0,5 bar) con deviazione angolare rispettivamente di 80 mm/m per dn 100-200, di 30 mm/m per dn 200/500, di 20 mm/m per dn 500-800 e di 10 mm/m per dn > 800.

Il collegamento tra le tubazioni si realizza per semplice infilaggio della punta in gres nel bicchiere munito di anello in gomma.

Nel caso di utilizzo di condotte con sezione ridotta, per esempio allacciamenti, queste possono presentare un nuovo sistema di giunzione realizzato con il posizionamento in fabbrica di un anello in gomma all'interno del bicchiere della tubazione.

Altri materiali impiegati per le giunzioni devono rispondere alle indicazioni tecniche fornite dal produttore, come indicato al punto 6.1.5 della norma UNI EN 295-1.

5. Si farà riferimento alla norma UNI 9459 per mattoni, mattonelle e fondi fogna di gres per le condotte di liquidi.

Art. 98 - Tubazioni in fibrocemento

1. Prima dell'accettazione di ciascun lotto di fornitura di tubi e accessori, il direttore dei lavori, in contraddittorio con l'appaltatore, deve eseguire dei controlli in cantiere e presso laboratori ufficiali sul prodotto fornito secondo le modalità di seguito indicate:

- presso gli stabilimenti di produzione e/o di rivestimento:
- verifica del ciclo di produzione e controllo dimensionale dei tubi;
- controllo della composizione chimica;
- controllo delle caratteristiche meccaniche;
- prova di trazione sia sul materiale base del tubo sia sul cordone di saldatura (per la determinazione del carico unitario di rottura, del carico unitario di snervamento e dell'allungamento percentuale);
- prova di curvatura (bending test);
- prova di schiacciamento;
- prova di piegamento;
- prove non distruttive (radiografiche, elettromagnetiche, a ultrasuoni, con liquidi penetranti);
- controllo dei rivestimenti (spessori e integrità), controllo con holiday detector a 15 kV del rivestimento esterno.
- presso il deposito di stoccaggio:
- controllo visivo volto ad accertare l'integrità dei tubi, in particolare della smussatura per la saldatura di testa e del rivestimento interno ed esterno dei tubi.

Nel caso in cui il controllo della qualità in fase di accettazione risultasse non conforme alle specifiche di progetto e delle specifiche norme UNI, il direttore dei lavori notificherà per iscritto i difetti riscontrati all'appaltatore, che avrà cinque giorni di tempo per effettuare le proprie verifiche e presentare le proprie controdeduzioni in forma scritta.

In caso di discordanza tra i risultati ottenuti, si provvederà entro i dieci giorni successivi ad attuare ulteriori verifiche, da eseguire in conformità alle normative di riferimento presso istituti esterni specializzati, scelti insindacabilmente dal committente e abilitati al rilascio delle certificazioni a norma di legge, eventualmente alla presenza di rappresentanti del committente e dell'appaltatore. Anche tali ulteriori verifiche saranno a totale carico dell'appaltatore e avranno valore definitivo circa la rispondenza o meno della fornitura ai requisiti contrattuali.

2. I tubi in fibrocemento devono essere costituiti principalmente da cemento o silicato di calcio rinforzato con fibre. Per le caratteristiche del cemento si rimanda alla norma UNI EN 197-1.

La legge 27 marzo 1992, n. 257 - Norme per la cessazione dell'impiego dell'amianto - ha vietato la fabbricazione e l'impiego di manufatti d'amianto cemento, fissando severe disposizioni per lo smaltimento dei rifiuti di tale materiale, pertanto è consentito l'impiego solo di prodotti NT (tecnologia senza amianto).

I tubi potranno essere forniti con estremità lisce oppure con una liscia e l'altra a bicchiere.

I tubi sono classificati, secondo la resistenza minima alla compressione, in tre classi, in base al carico agente sulla superficie interna unitaria, che è di 60, 90 o 120 kN/m². In particolare, i carichi minimi di rottura devono essere conformi a quelli del prospetto 7 della norma UNI EN 588-1, valido per diametro nominale fino a 1000.

Per diametri nominali superiori i carichi di rottura minimi in kilonewton al metro si ottengono moltiplicando la classe in kilonewton al metro quadro per 1/1000 del diametro nominale (diametro in metri).

Per l'accettazione da parte del direttore dei lavori, i tubi devono essere privi di scheggiature, difetti di lavorazione e irregolarità.

La superficie interna dei tubi dovrà essere regolare e liscia.

I diametri nominali dovranno essere conformi a quelli indicati nel prospetto 1 della norma UNI EN 588-1.

La lunghezza nominale dei tubi dovrà corrispondere a quella indicata nel prospetto 2 della norma UNI EN 588-1.

3. La marcatura sul tubo richiesta dalla norma UNI EN 588-1 dovrà essere durevole e deve contenere come minimo:

- normativa di riferimento;
- diametro nominale;
- produttore;
- data di produzione;
- classe;
- serie (se necessario);
- certificazione organismo di controllo;
- sigla NT.

La denominazione dei tubi e degli accessori dovrà riportare:

- normativa di riferimento;
- diametro nominale;
- lunghezza;
- serie (se necessario);
- sigla NT.

In particolare, per i giunti la marcatura dovrà riportare:

- normativa di riferimento;
- diametro nominale;
- produttore;
- data di produzione;
- classe, se pertinente;
- sigla NT.

4. I giunti per i tubi potranno essere a bicchiere o a manicotto. I giunti e i raccordi devono presentare caratteristiche non inferiori a quelle dei corrispondenti tubi. Le parti dei giunti non di fibrocemento devono soddisfare le norme vigenti per i relativi materiali.

I giunti devono resistere a una pressione idrostatica interna o esterna di 100 ± 10 kPa. I giunti, durante la prova di tenuta, non devono manifestare perdite o trasudamento.

Le guarnizioni elastiche di tenuta, realizzate a base di gomma naturale o sintetica, devono essere conformi alle prescrizioni della norma UNI EN 681-1 (elementi di tenuta in elastomero) o di altra specifica normativa emanata sull'argomento.

5. I prodotti devono essere sottoposti alle seguenti procedure di controllo:

- controllo iniziale dei prodotti (punto 7.2 della norma UNI EN 588-1);
- controllo interno della qualità (punto 7.3 della norma UNI EN 588-1);
- controllo effettuato da idoneo istituto di controllo esterno (punto 7.4 della norma UNI EN 588-1).

Art. 99 - Tubazioni in pvc fognatura e scarichi non in pressione

1. Prima dell'accettazione di ciascun lotto di fornitura di tubi e accessori, il direttore dei lavori, in contraddittorio con l'appaltatore, deve eseguire dei controlli in cantiere e presso laboratori ufficiali sul prodotto fornito secondo le modalità di seguito indicate:

- presso gli stabilimenti di produzione e/o di rivestimento:
- verifica del ciclo di produzione e controllo dimensionale dei tubi;
- controllo della composizione chimica;
- controllo delle caratteristiche meccaniche;
- prova di trazione sia sul materiale base del tubo sia sul cordone di saldatura (per la determinazione del carico unitario di rottura, del carico unitario di snervamento e dell'allungamento percentuale);
- prova di curvatura (bending test);
- prova di schiacciamento;
- prova di piegamento;
- prove non distruttive (radiografiche, elettromagnetiche, a ultrasuoni, con liquidi penetranti);
- controllo dei rivestimenti (spessori e integrità), controllo con holiday detector a 15 kV del rivestimento esterno.
- presso il deposito di stoccaggio:
- controllo visivo volto ad accertare l'integrità dei tubi, in particolare della smussatura per la saldatura di testa e del rivestimento interno ed esterno dei tubi.

Nel caso in cui il controllo della qualità in fase di accettazione risultasse non conforme alle specifiche di progetto e delle specifiche norme UNI, il direttore dei lavori notificherà per iscritto i difetti riscontrati all'appaltatore, che avrà cinque giorni di tempo per effettuare le proprie verifiche e presentare le proprie controdeduzioni in forma scritta.

In caso di discordanza tra i risultati ottenuti, si provvederà entro i dieci giorni successivi ad attuare ulteriori verifiche, da eseguire in conformità alle normative di riferimento presso istituti esterni specializzati, scelti insindacabilmente dal committente e abilitati al rilascio delle certificazioni a norma di legge, eventualmente alla presenza di rappresentanti del committente e dell'appaltatore. Anche tali ulteriori verifiche saranno a totale carico dell'appaltatore e avranno valore definitivo circa la rispondenza o meno della fornitura ai requisiti contrattuali.

2. Il materiale con il quale i tubi devono essere fabbricati consta di una miscela a base di polivinilcloruro e additivi necessari alla trasformazione.

Il PVC nei tubi deve essere almeno l'80% sulla miscela totale.

Il PVC nei raccordi deve essere almeno l'85% sulla miscela totale.

La formulazione deve garantire la prestazione dei tubi e dei raccordi nel corso dell'intera vita dell'opera. La quantità minima di resina PVC nel materiale costituente i tubi e i raccordi deve essere quella prescritta dalle norme di riferimento:

- tubi: contenuto di PVC $\geq 80\%$ in massa verificato secondo la norma UNI EN 1905;
- raccordi: contenuto di PVC $\geq 85\%$ in massa verificato secondo la norma UNI EN 1905.

Il contenuto minimo di PVC può essere verificato su campioni prelevati in tutte le fasi del processo (durante la produzione, da magazzino, da cantiere).

3. I tubi in PVC-U devono essere conformi alla norma UNI EN 1401-1 e classificati con codice d'applicazione U (interrati all'esterno della struttura dell'edificio) o UD (interrati sia entro il perimetro dell'edificio sia all'esterno di esso). Il sistema di giunzione a bicchiere deve essere con anello di tenuta in gomma conforme alla norma UNI EN 681-1 e realizzato con materiale elastomerico.

I raccordi in PVC-U a parete compatta devono avere una classe di rigidità nominale di minimo SN 4

(kN/m²), SDR max 41, conformi alla norma UNI EN 1401-1 e classificati con codice d'applicazione U (interrati all'esterno della struttura dell'edificio) o UD (interrati sia entro il perimetro dell'edificio sia all'esterno di esso). Il sistema di giunzione a bicchiere deve essere con anello di tenuta in gomma conforme alla norma UNI EN 681-1 e realizzato con materiale elastomerico.

4. I tubi devono avere i diametri, gli spessori e le tolleranze rispondenti ai valori riportati nella norma UNI EN 1401, capitolo 6, prospetti n. 3, 4, 5 e 6. In particolare, gli spessori, le caratteristiche meccaniche e dovranno essere conformi alle tabelle successive.

Dimensione nominale (d_n/OD)	Diametro esterno nominale d_n	SN2 SDR 51		SN4 SDR 41		SN 8 SDR 34	
		e min	e max	e min	e max	e min	e max
110	110	-	-	3,2	3,8	3,2	3,8
125	125	-	-	3,2	3,8	3,7	4,3
160	160	3,2	3,8	4,0	4,6	4,7	5,4
200	200	3,9	4,5	4,9	5,6	5,9	6,7
250	250	4,9	5,6	6,2	7,1	7,3	8,3
315	315	6,2	7,1	7,7	8,7	9,2	10,4
355	355	7,0	7,9	8,7	9,8	10,4	11,7
400	400	7,9	8,9	9,8	11,0	11,7	13,1
450	450	8,8	9,9	11,0	12,3	13,2	14,8
500	500	9,8	11,0	12,3	13,8	14,6	16,3
630	630	12,3	13,8	15,4	17,2	18,4	20,5
710	710	13,9	15,5	17,4	19,4	20,8	23,2
800	800	15,7	17,5	19,6	21,8	23,4	26,8
900	900	17,6	19,6	22,0	24,4	-	-
1000	1000	19,6	21,8	24,5	27,2	-	-

Caratteristiche memeccaniche	Requisiti	Parametri di prova		Metodi di prova
Resistenza all'urto	TIR ≤ 10%	Temperatura di prova		UNI EN 744
		0 °C		
		Mezzo di condizionamento		
		Acqua o aria		
		Tipo di percussore		
		d 90		
		Massa del percussore per:		
		<i>d_{em}</i> = 110 mm	1 kg	
		<i>d_{em}</i> = 125 mm	1,25 kg	
		<i>d_{em}</i> = 160 mm	1,6 kg	
		<i>d_{em}</i> = 200 mm	2,0 kg	
		<i>d_{em}</i> = 250 mm	2,5 kg	
		<i>d_{em}</i> ≥ 315 mm	3,2 kg	
Altezza di caduta del percussore per:				
<i>d_{em}</i> = 110 mm	1600 mm			
<i>d_{em}</i> > 125 mm	2000 mm			

Caratteristiche fisiche	Requisiti	Parametri di prova	Metodo di prova
Temperatura di rammollimento Vicat (VST)	≥ 79 °C	Conformi alla norma UNI EN 727	UNI EN 727
Ritiro longitudinale	$\leq 5\%$ Il tubo non deve presentare bolle o screpolature	Temperatura di prova: 150 °C tempo di immersione: per $e \leq 8$ mm: 15 min; per $e > 8$ mm: 30 min.	UNI EN ISO 2505 Metodo: bagno liquido
		oppure Temperatura di prova: 150 °C tempo: per $e \leq 4$ mm: 30 min; per $4 \text{ mm} < e \leq 16$ mm: 60min; per $e > 16$ mm: 120 min.	UNI EN ISO 2505 Metodo: in aria

Resistenza al dicloro- metano a una temperatura specificata	Nessun attacco in alcuna parte della superficie della provetta	Temperatura di prova: 15 °C Tempo di immersione: 30 min	UNI EN 580
---	--	---	------------

5. La marcatura dei tubi deve essere, su almeno una generatrice, continua e indelebile, conforme ai requisiti della norma UNI EN 1401 e contenere almeno con intervalli di massimo 2 m le seguenti informazioni:
 - numero della norma: UNI EN 1401;
 - codice d'area di applicazione: U e UD;
 - nome del fabbricante e/o marchio di fabbrica;
 - indicazione del materiale (PVC-U);
 - dimensione nominale (dn/OD);
 - spessore minimo di parete (SDR);
 - rigidità anulare nominale (SN);
 - informazioni del fabbricante (data e luogo di produzione ai fini della rintracciabilità).
6. Nel rispetto del criterio "2.5.12 Tubazioni in PVC e Polipropilene", così definito nell'Allegato al Decreto del Ministero della Transizione Ecologica del 23 giugno 2022, le tubazioni in PVC sono prodotte con un contenuto di materie riciclate, ovvero recuperate, ovvero di sottoprodotti di almeno il 20% sul peso del prodotto, inteso come somma delle tre frazioni. La percentuale indicata si intende come somma dei contributi dati dalle singole frazioni utilizzate.
7. La Relazione CAM, parte del progetto posto a base di gara, illustra in che modo il progetto ha tenuto conto di questo criterio progettuale.
8. La percentuale di materiale riciclato deve essere dimostrata dall'appaltatore secondo quanto riportato all'art. Art. 12, comma 3 e 4. Tale criterio sarà verificato dalla stazione appaltante secondo le disposizioni di cui al comma 5 del medesimo articolo.

Art. 100 - Tubazioni in polietilene per acqua, scarico e fognature in pressione

1. Prima dell'accettazione di ciascun lotto di fornitura di tubi e accessori, il direttore dei lavori, in contraddittorio con l'appaltatore, deve eseguire dei controlli in cantiere e presso laboratori ufficiali sul prodotto fornito secondo le modalità di seguito indicate:
 - presso gli stabilimenti di produzione e/o di rivestimento:
 - verifica del ciclo di produzione e controllo dimensionale dei tubi;
 - controllo della composizione chimica;
 - controllo delle caratteristiche meccaniche;
 - prova di trazione sia sul materiale base del tubo sia sul cordone di saldatura (per la determinazione del carico unitario di rottura, del carico unitario di snervamento e dell'allungamento percentuale);
 - prova di curvatura (bending test);
 - prova di schiacciamento;
 - prova di piegamento;
 - prove non distruttive (radiografiche, elettromagnetiche, a ultrasuoni, con liquidi penetranti);
 - controllo dei rivestimenti (spessori e integrità), controllo con holiday detector a 15 kV del rivestimento esterno.
 - presso il deposito di stoccaggio:
 - controllo visivo volto ad accertare l'integrità dei tubi, in particolare della smussatura per la saldatura di testa e del rivestimento interno ed esterno dei tubi.

Nel caso in cui il controllo della qualità in fase di accettazione risultasse non conforme alle specifiche di progetto e delle specifiche norme UNI, il direttore dei lavori notificherà per iscritto i difetti riscontrati all'appaltatore, che avrà cinque giorni di tempo per effettuare le proprie verifiche e presentare le proprie controdeduzioni in forma scritta.

In caso di discordanza tra i risultati ottenuti, si provvederà entro i dieci giorni successivi ad attuare ulteriori verifiche, da eseguire in conformità alle normative di riferimento presso istituti esterni specializzati, scelti insindacabilmente dal committente e abilitati al rilascio delle certificazioni a norma di legge, eventualmente alla presenza di rappresentanti del committente e dell'appaltatore. Anche tali ulteriori verifiche saranno a totale carico dell'appaltatore e avranno valore definitivo circa la rispondenza

o meno della fornitura ai requisiti contrattuali.

2. I tubi di polietilene (PE) per distribuzione di acqua, scarichi e fognature in pressione devono utilizzarsi alle seguenti condizioni (UNI EN 12201-1):

- pressione massima operativa MOP, fino a 25 bar;
- temperatura di esercizio di riferimento di 20 °C.

Possono essere impiegati tubi di polietilene dei tipi PE 80 e PE 100.

I materiali di cui sono composti i tubi devono essere conformi ai requisiti specificati nella norma EN 12201-1.

3. Le superfici esterne e interne dei tubi, se osservate senza ingrandimento, devono essere lisce, pulite ed esenti da rigature, cavità e altri difetti superficiali che possano influire sulla conformità del tubo alla norma UNI EN 12201-

2. Le estremità del tubo devono risultare tagliate in modo netto e perpendicolarmente all'asse del tubo. I tubi devono essere di colore blu o neri con strisce blu.

4. I tubi forniti in rotoli devono essere arrotolati in modo che siano impediti deformazioni localizzate come, per esempio, le instabilità locali (imbozzamenti) e le torsioni (attorcigliamenti).

5. Il diametro medio esterno e lo scostamento dalla circolarità (ovalizzazione) devono essere conformi al prospetto 1 della norma UNI EN 12201-2.

Lo spessore di parete deve essere conforme al prospetto 2 della stessa norma.

6. Tutti i tubi della fornitura devono essere permanentemente marcati in maniera leggibile lungo la loro lunghezza, in modo tale che la marcatura non dia inizio a fessurazioni oppure ad altri tipi di rotture premature, e che l'usuale stoccaggio, l'esposizione alle intemperie, la movimentazione, l'installazione e l'uso non danneggino la leggibilità del marchio.

In caso di stampa, il colore dell'informazione stampata deve differire dal colore base del tubo.

La marcatura minima dovrà riportare (UNI EN 12201-2):

- numero della norma UNI EN 12201;
- identificazione del fabbricante (nome e simbolo);
- dimensioni (dn, en);
- serie SDR;
- materiale e designazione (PE 80 o PE 100);
- classe di pressione in bar;
- periodo di produzione (data o codice).

8. Altre norme di riferimento sono:

UNI EN 12201-3 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua. Polietilene (PE). Raccordi;

UNI EN 12201-4 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua. Polietilene (PE). Valvole;

UNI EN 12201-5 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua. Polietilene (PE). Idoneità all'impiego del sistema;

UNI CEN/TS 12201-7 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua. Polietilene (PE). Guida per la valutazione della conformità;

UNI EN 12106 - Sistemi di tubazioni di materia plastica. Tubi di polietilene (PE). Metodo di prova per la resistenza alla pressione interna dopo applicazione di schiacciamento;

UNI EN 12119 - Sistemi di tubazioni di materia plastica. Valvole di polietilene (PE). Metodo di prova per la resistenza ai cicli termici.

Art. 101 - Dispositivi di chiusura e coronamento

1. I materiali utilizzati per la realizzazione dei dispositivi di chiusura e coronamento, eccetto le griglie, possono essere i seguenti:

- ghisa a grafite lamellare;
- ghisa a grafite sferoidale;
- getti di acciaio;
- acciaio laminato;
- uno dei materiali precedenti in abbinamento con calcestruzzo.

L'uso di acciaio laminato è ammesso solo se è assicurata un'adeguata protezione contro la corrosione; il tipo di protezione richiesta contro la corrosione deve essere stabilito previo accordo fra committente e fornitore.

2. Le griglie devono essere fabbricate in:
 - ghisa a grafite lamellare;
 - ghisa a grafite sferoidale;
 - getti di acciaio.
3. Il riempimento dei chiusini può essere realizzato con calcestruzzo oppure altro materiale adeguato.
4. Tutti i chiusini, griglie telai devono portare una marcatura leggibile e durevole indicante:
 - UNI EN 124;
 - classe corrispondente;
 - nome e/o marchio fabbricante e il luogo di fabbricazione che può essere in codice;
 - marchio di un ente di certificazione.
 Le marcature devono, dove possibile, essere visibili quando l'unità è installata.

Art. 102 - Cavi e conduttori elettrici

1. I cavi delle linee di energia possono essere dei seguenti tipi:
 - tipo A: cavi con guaina per tensioni nominali con $U_0/U = 300/500, 450/750$ e $0,6/1$ Kv;
 - tipo B: cavi senza guaina per tensione nominale $U_0/U = 450/750$ V;
 - tipo C: cavi con guaina resistenti al fuoco;
 - tipo D: cavi con tensioni nominali $U_0/U = 1,8/3 - 3,6/6 - 6/10 - 8,7/15 - 12/20 - 18/30 - 26/45$ kV.
2. I cavi per energia elettrica devono essere distinguibili attraverso la colorazione delle anime e attraverso la colorazione delle guaine esterne.
 Per la sequenza dei colori delle anime (fino a un massimo di cinque) dei cavi multipolari flessibili e rigidi, rispettivamente con e senza conduttore di protezione, si deve fare riferimento alla norma CEI UNEL 00722 (HD 308).
 Per tutti i cavi unipolari senza guaina sono ammessi i seguenti monocolori: nero, marrone, rosso, arancione, giallo, verde, blu, viola, grigio, bianco rosa, turchese. Per i cavi unipolari con e senza guaina deve essere utilizzata la combinazione:
 - bicolore giallo/verde per il conduttore di protezione;
 - colore blu per il conduttore di neutro.
 Per i circuiti a corrente continua si devono utilizzare i colori rosso (polo positivo) e bianco (polo negativo).
 Per la colorazione delle guaine esterne dei cavi di bassa e media tensione in funzione della loro tensione nominale e dell'applicazione, si deve fare riferimento alla norma CEI UNEL 00721.
 Nell'uso dei colori devono essere rispettate le seguenti regole:
 - il bicolore giallo-verde deve essere riservato ai conduttori di protezione e di equipotenzialità;
 - il colore blu deve essere riservato al conduttore di neutro. Quando il neutro non è distribuito, l'anima di colore blu di un cavo multipolare può essere usata come conduttore di fase. In tal caso, detta anima deve essere contraddistinta, in corrispondenza di ogni collegamento, da fascette di colore nero o marrone;
 - sono vietati i singoli colori verde e giallo.
3. I cavi elettrici, anche quelli soggetti a marcatura CE per la Direttiva Bassa Tensione 2014/35/UE, dovranno essere marcati CE anche ai sensi del Regolamento CPR (UE) 305/2011, inerente i cavi destinati ad essere incorporati in modo permanente in opere di costruzione o in parte di esse e la cui prestazione incide sulla prestazione delle opere di costruzione rispetto ai requisiti di base delle opere stesse.
 I cavi soggetti al CPR devono obbligatoriamente essere marcati con:
 - identificazione di origine composta dal nome del produttore o del suo marchio di fabbrica o (se protetto legalmente) dal numero distintivo;
 - descrizione del prodotto o sigla di designazione;
 - la classe di reazione al fuoco.
 Essi, inoltre, possono anche essere marcati con i seguenti elementi:
 - informazione richiesta da altre norme relative al prodotto;
 - anno di produzione;
 - marchi di certificazione volontaria ad esempio il marchio di qualità IMQ EFP;

- informazioni aggiuntive a discrezione del produttore, sempre che non siano in conflitto né confondano le altre marcature obbligatorie.

La norma CEI EN 50575 specifica per i cavi soggetti a CPR:

- i requisiti di prestazione alla reazione al fuoco;
- le prove di comportamento al fuoco da effettuare;
- i metodi di valutazione e verifica della costanza delle prestazioni.

I cavi elettrici, ai fini del comportamento al fuoco, possono essere distinti nelle seguenti categorie:

- cavi conformi alla norma CEI 20-35 (EN 60332-1), che tratta la verifica della non propagazione della fiamma di un cavo singolo in posizione verticale;
- cavi non propaganti l'incendio conformi alla normativa CEI 20-22 (EN 60332-3), che tratta la verifica della non propagazione dell'incendio di più cavi montati a fascio;
- cavi non propaganti l'incendio a bassa emissione di fumi opachi, gas tossici e corrosivi, rispondenti alla norma CEI 20-35 (EN 60332) per la non propagazione dell'incendio e alle norme CEI 20-37 (EN 50267 e EN 61034) per quanto riguarda l'opacità dei fumi e le emissioni di gas tossici e corrosivi;
- cavi resistenti al fuoco conformi alle norme della serie CEI 20-36 (EN 50200- 50362), che tratta la verifica della capacità di un cavo di assicurare il funzionamento per un determinato periodo di tempo durante l'incendio.

4. I cavi e le condutture per la realizzazione delle reti di alimentazione degli impianti elettrici utilizzatori devono essere conformi alle seguenti norme:

a. requisiti generali:

CEI-UNEL 00722 – Identificazione delle anime dei cavi;

CEI UNEL 00721 - Colori di guaina dei cavi elettrici;

CEI EN 50334 - Marcatura mediante iscrizione per l'identificazione delle anime dei cavi elettrici;

CEI-UNEL 35024-1 - Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in c.a. e 1500 V in c.c. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria;

CEI-UNEL 35024-2 - Cavi elettrici ad isolamento minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in c.a. e a 1500 in c.c. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria;

CEI-UNEL 35026 - Cavi di energia per tensione nominale U sino ad 1 kV con isolante di carta impregnata o elastomerico o termoplastico. Portate di corrente in regime permanente. Posa in aria e interrata;

CEI UNEL 35027 - Cavi di energia per tensione nominale U superiore ad 1 kV con isolante di carta impregnata o elastomerico o termoplastico. Portate di corrente in regime permanente. Generalità per la posa in aria e interrata;

CEI 20-21 (serie) - Cavi elettrici. Calcolo della portata di corrente;

CEI 11-17 - Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica. Linee in cavo;

CEI 20-67 - Guida per l'uso dei cavi 0,6/1 kV;

CEI 20-89 - Guida all'uso e all'installazione dei cavi elettrici e degli accessori di media tensione;

b. cavi tipo A (I categoria) = cavi con guaina per tensioni nominali $U_0/U = 300/500, 450/750$ e $0,6/1$ kV:

CEI 20-13 - Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV;

CEI-UNEL 35375 - Cavi per energia isolati in gomma etilenpropilenica, alto modulo di qualità G7, sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi. Cavi unipolari e multipolari con conduttori flessibili per posa fissa. Tensione nominale $U_0/U: 0,6 / 1$ kV;

CEI-UNEL 35376 - Cavi per energia isolati in gomma etilenpropilenica, alto modulo di qualità G7, sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas alogeni. Cavi unipolari e multipolari con conduttori rigidi. Tensione nominale $U_0/U: 0,6 / 1$ kV;

CEI-UNEL 35377 - Cavi per comandi e segnalazioni isolati in gomma etilenpropilenica, alto modulo di qualità G7, sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di alogeni. Cavi multipolari per posa fissa con conduttori flessibili con o senza schermo. Tensione nominale $U_0/U: 0,6 / 1$ kV;

CEI UNEL 35382 - Cavi per energia isolati in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G7, sotto guaina termoplastica di qualità M1, non propaganti l'incendio senza alogeni. Cavi unipolari e multipolari con conduttori flessibili per posa fissa con o senza schermo (treccia o nastro). Tensione

- nominale U0/U: 0,6/1 kV;
 CEI UNEL 35383 - Cavi per energia isolati in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G7, sotto guaina termoplastica di qualità M1, non propaganti l'incendio senza alogeni;
- c. cavi unipolari e multipolari con conduttori rigidi. Tensione nominale U0/U: 0,6/1 kV;
 CEI UNEL 35384 - Cavi per comandi e segnalamento in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G7, sotto guaina termoplastica di qualità M1, non propaganti l'incendio senza alogeni - Cavi multipolari con conduttori flessibili per posa fissa, con o senza schermo (treccia o nastro) - Tensione nominale U0/U: 0,6/1 kV;
 CEI 20-14 - Cavi isolati con polivinilcloruro per tensioni nominali da 1 a 3 kV;
 CEI-UNEL 35754 - Cavi per energia isolati con polivinilcloruro, sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di alogeni. Cavi multipolari rigidi con o senza schermo, sotto guaina di PVC. Tensione nominale U0/U: 0,6 / 1 kV;
 CEI-UNEL 35755 - Cavi per comandi e segnalamento isolati con polivinilcloruro, sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di alogeni. Cavi multipolari con conduttori flessibili per posa fissa con o senza schermo. Tensione nominale U0/U: 0,6/1 kV;
 CEI-UNEL 35756 - Cavi per energia isolati con polivinilcloruro, sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas alogeni. Cavi multipolari con conduttori flessibili per posa fissa, con o senza schermo, sotto guaina di PVC. Tensione nominale U0/U: 0,6/1 kV;
 CEI-UNEL 35757 - Cavi per energia isolati con polivinilcloruro, sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di alogeni. Cavi unipolari con conduttori flessibili per posa fissa. Tensione nominale U0/U: 0,6 / 1 kV;
 CEI EN 50525 - Cavi elettrici - Cavi energia con tensione nominale non superiore a 450/750 V;
 CEI 20-20 - Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V;
 CEI 20-38 - Cavi isolati con gomma non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi;
 CEI-UNEL 35369 - Cavi per energia isolati con mescola elastomerica, sotto guaina termoplastica o elastomerica, non propaganti senza alogeni. Cavi con conduttori flessibili per posa fissa. Tensione nominale 0,6 / 1 kV;
 CEI-UNEL 35370 - Cavi per energia isolati con gomma elastomerica, sotto guaina termoplastica o elastomerica, non propaganti l'incendio senza alogeni. Cavi con conduttori rigidi. Tensione nominale 0,6 / 1 kV;
 CEI-UNEL 35371 - Cavi per comando e segnalamento isolati con gomma elastomerica, sotto guaina termoplastica o elastomerica, non propaganti l'incendio senza alogeni. Cavi multipolari con conduttori flessibili per posa fissa. Tensione nominale 0,6/1 kV;
 IMQ CPT 007 - Cavi elettrici per energia e per segnalamento e controllo isolati in PVC, sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas alogenidrici. Tensione nominale di esercizio 450/750 e 300/500 V - FROR 450/750 V;
 IMQ CPT 049 - Cavi per energia e segnalamento e controllo isolati con mescola termoplastica non propaganti l'incendio e esenti da alogeni (LSOH). Tensione nominale U0/U non superiore a 450/750 V - FM9OZ1 - 450/750 V - LSOH.
- d. cavi tipo B = cavi senza guaina per tensione nominale U0/U = 450/750 V:
 CEI EN 50525-2-31 - Cavi elettrici - Cavi energia con tensione nominale non superiore a 450/750 V. Cavi per applicazioni generali - Cavi unipolari senza guaina con isolamento termoplastico in PVC;
 CEI-UNEL 35752 - Cavi per energia isolati con PVC non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di alogeni. Cavi unipolari senza guaina con conduttori flessibili. Tensione nominale U0/U: 450/750 V;
 CEI-UNEL 35753 - Cavi per energia isolati con PVC non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di alogeni. Cavi unipolari senza guaina con conduttori rigidi. Tensione nominale U0/U: 450/750 V;
 CEI-UNEL 35368 - Cavi per energia isolati con mescola elastomerica non propaganti l'incendio senza alogeni. Cavi unipolari senza guaina con conduttori flessibili. Tensione nominale U0/U: 450/750 V;
 IMQ CPT 035 - Cavi per energia isolati con mescola termoplastica non propaganti l'incendio e a bassa emissione di fumi e gas tossici e corrosivi. Tensione nominale U0/U non superiore a 450/750 V;
- e. cavi tipo C = cavi resistenti al fuoco:

CEI 20-39/1 - Cavi per energia ad isolamento minerale e loro terminazioni con tensione nominale non superiore a 750 V;

CEI 20-45 - Cavi isolati con miscela elastomerica, resistenti al fuoco, non propaganti l'incendio, senza alogeni (LSOH) con tensione nominale U_0/U di 0,6/1 kV;

f. cavi tipo D (II categoria) = cavi con tensioni nominali $U_0/U = 1,8/3 - 3,6/6 - 6/10 - 8,7/15 - 12/20 - 18/30 - 26/45$ kV;

CEI 20-13 - Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV;

IEC 60502 - IEC 60502-1, Ed. 2: Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) up to 30 kV ($U_m = 36$ kV).

5. I componenti e materiali elettrici devono essere conformi al decreto legislativo n. 86 del 19 maggio 2016 e comune secondo i requisiti di cui alla legge n. 186/1968.

6. Il dimensionamento dei conduttori attivi (fase e neutro) deve essere effettuato in modo da soddisfare soprattutto le esigenze di portata e resistenza ai corto circuiti e i limiti ammessi per caduta di tensione. In ogni caso, le sezioni minime non devono essere inferiori a quelle di seguito specificate:

- conduttori di fase: $1,5 \text{ mm}^2$ (rame) per impianti di energia;

- conduttori per impianti di segnalazione: $0,5 \text{ mm}^2$ (rame);

- conduttore di neutro: deve avere la stessa sezione dei conduttori di fase, sia nei circuiti monofase, qualunque sia la sezione dei conduttori, sia nei circuiti trifase, quando la dimensione dei conduttori di fase sia inferiore o uguale a 16 mm^2 . Il conduttore di neutro, nei circuiti trifase con conduttori di sezione superiore a 16 mm^2 , può avere una sezione inferiore a quella dei conduttori di fase, se sono soddisfatte contemporaneamente le seguenti condizioni:

- la corrente massima, comprese le eventuali armoniche, che si prevede possa percorrere il conduttore di neutro durante il servizio ordinario, non sia superiore alla corrente ammissibile corrispondente alla sezione ridotta del conduttore di neutro;

- la sezione del conduttore di neutro sia almeno uguale a 16 mm^2 .

Se il conduttore di protezione non fa parte della stessa conduttura dei conduttori attivi, la sezione minima deve essere:

- $2,5 \text{ mm}^2$ (rame) se protetto meccanicamente;

- 4 mm^2 (rame) se non protetto meccanicamente.

Per il conduttore di protezione di montanti o dorsali (principali), la sezione non deve essere inferiore a 6 mm^2 .

Il conduttore di terra potrà essere:

- protetto contro la corrosione ma non meccanicamente e non inferiore a 16 mm^2 in rame o ferro zincato;

- non protetto contro la corrosione e non inferiore a 25 mm^2 (rame) oppure 50 mm^2 (ferro);

- protetto contro la corrosione e meccanicamente: in questo caso le sezioni dei conduttori di terra non devono essere inferiori ai valori della tabella CEI-UNEL 3502. Se dall'applicazione di questa tabella risulta una sezione non unificata, deve essere adottata la sezione unificata più vicina al valore calcolato.

Il conduttore PEN (solo nel sistema TN) sarà non inferiore a 10 mm^2 (rame).

I conduttori equipotenziali principali saranno non inferiori a metà della sezione del conduttore di protezione principale dell'impianto, con un minimo di 6 mm^2 (rame). Non è richiesto che la sezione sia superiore a 25 mm^2 (rame).

I conduttori equipotenziali supplementari dovranno essere:

- fra massa e massa, non inferiori alla sezione del conduttore di protezione minore;

- fra massa e massa estranea, di sezione non inferiore alla metà dei conduttori di protezione;

- fra due masse estranee o massa estranea e impianto di terra non inferiori a $2,5 \text{ mm}^2$ (rame) se protetti meccanicamente, e a 4 mm^2 (rame) se non protetti meccanicamente.

Questi valori minimi si applicano anche al collegamento fra massa e massa, e fra massa e massa estranea.

Art. 103 - Morsetti

1. Le norme di riferimento dei morsetti sono:

-CEI EN 60947-7-1;

-CEI EN 60998-1;

- CEI EN 60998-2-2;
- CEI EN 60998-2-3.
- CEI EN 60715.

2. I morsetti componibili su guida devono rispettare le norme EN 50022 e EN 50035.

Art. 104 - Apparecchi illuminanti

1. Tutti gli apparecchi illuminanti forniti ed installati dall'Impresa esecutrice dovranno essere provvisti della certificazione con sorveglianza IMQ o comunque corrispondere alle norme tecniche di prodotto; dovranno inoltre essere completi di tutti gli accessori e cablaggi interni atti al perfetto funzionamento, lampade comprese.
2. Il fattore di potenza di ciascun apparecchio non dovrà essere inferiore a 0,9; il colore degli apparecchi illuminanti ed accessori sarà scelto dalla D.L.
3. Il grado di protezione minimo degli apparecchi, se non richiesto superiore, dovrà essere IP20; gli apparecchi eventualmente installati su superfici infiammabili dovranno essere di tipo appositamente previsto per questo scopo.
4. Gli apparecchi per l'illuminazione di emergenza dovranno avere autonomia minima di 2h.

Art. 105 - Materiali massicciata stradale

1. Tutti i materiali da impiegare per la formazione della massicciata stradale dovranno soddisfare alle "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali" di cui al "Fascicolo n. 4" del Consiglio Nazionale delle Ricerche, ultima edizione.
2. La Direzione dei lavori si riserva la facoltà di fare allontanare o di allontanare, a tutte spese e cure dell'Impresa, dalla sede stradale il materiale di qualità scadente.

Art. 106 - Conglomerati bituminosi a caldo tradizionali

1. I conglomerati bituminosi a caldo tradizionali sono miscele, dosate a peso o a volume, costituite da aggregati lapidei di primo impiego, bitume semisolido, additivi ed eventuale conglomerato riciclato.
2. Il legante deve essere costituito da bitume semisolido ed, eventualmente, da quello proveniente dal conglomerato riciclato additivato con acf (attivanti chimici funzionali).

A seconda della temperatura media della zona di impiego, il bitume deve essere del tipo 50/70 oppure 80/100, con le caratteristiche indicate nella tabella seguente, con preferenza per il 50/70 per le temperature più elevate.

Parametro	Normativa	U.M.	Tipo 50/70	Tipo 80/100
Penetrazione a 25 °C	uni en 1426, CNR B.U. n. 24/1971	dmm	50-70	80-100
Punto di rammollimento	uni en 1427, CNR B.U. n. 35/1973	°C	46-56	40-44
Punto di rottura (Fraass)	cnr b.u. n. 43 /1974	°C	≤ - 8	≤ - 8
Solubilità in Tricloroetilene	cnr b.u. n. 48/1975	%	≥ 99	≥ 99
Viscosità dinamica a 160 °C, $g = 10s^{-1}$	Pren 13072-2	Pa·s	≤ 0,3	≤ 0,2
Valori dopo RTFOT	uni en 12607-1	-	-	-
Volatilità	cnr b.u. n. 54/1977	%	≤ 0,5	≤ 0,5
Penetrazione residua a 25 °C	uni en 1426, cnr b.u. n. 24/71	%	≥ 50	≥ 50
Incremento del punto di rammollimento	uni en 1427, cnr b.u. n. 35/73	°C	≤ 9	≤ 9

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del prodotto tramite certificazione attestante i requisiti indicati. Tale certificazione sarà rilasciata dal produttore o da un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.

3. Gli additivi sono prodotti naturali o artificiali che, aggiunti agli aggregati o al bitume, consentono di migliorare le prestazioni dei conglomerati bituminosi.

Gli attivanti d'adesione, sostanze tensioattive che favoriscono l'adesione bitume-aggregato, sono additivi

utilizzati per migliorare la durabilità all'acqua delle miscele bituminose.

Il loro dosaggio, da specificare obbligatoriamente nello studio della miscela, potrà variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto.

L'attivante di adesione scelto deve presentare caratteristiche chimiche stabili nel tempo, anche se sottoposto a temperatura elevata (180 °C) per lunghi periodi (15 giorni).

L'immissione delle sostanze tensioattive nel bitume deve essere realizzata con attrezzature idonee, tali da garantire l'esatto dosaggio e la loro perfetta dispersione nel legante bituminoso.

La presenza e il dosaggio degli attivanti d'adesione nel bitume vengono verificati mediante la prova di separazione cromatografica su strato sottile (prova colorimetrica).

4. L'aggregato grosso deve essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee, da elementi naturali tondeggianti, da elementi naturali tondeggianti frantumati, da elementi naturali a spigoli vivi. Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti previsti al variare del tipo di strada. La seguente tabella si riferisce alle strade urbane di quartiere e locali.

Trattenuto al crivello uni n. 5					
Indicatori di qualità			Strato pavimentazione		
Parametro	Normativa	U.M.	Base	Binder	Usura
Los Angeles ¹	uni en 1097-2	%	≤40	≤ 40	≤ 25
Micro Deval Umida ¹	uni en 1097-1	%	≤ 35	≤ 35	≤ 20
Quantità di frantumato	-	%	≥ 60	≥ 70	100
Dimensione max	cnr b.u. n. 23/1971	mm	40	30	20
Sensibilità al gelo	cnr b.u. n. 80/1980	%	≤ 30	≤ 30	≤30
Spogliamento	cnr b.u. n. 138/1992	%	≤ 5	≤5	0
Passante allo 0,075	cnr b.u. n. 75/1980	%	≤ 2	≤2	≤2
Indice appiattimento	cnr b.u. n. 95/1984	%	-	≤ 35	≤30
Porosità	cnr b.u. n. 65/1978	%	-	≤1,5	≤1,5
cla	cnr b.u. n. 140/1992	%	-	-	≥40
¹ Uno dei due valori dei coefficienti Los Angeles e Micro Deval Umida può risultare maggiore (fino a due punti) rispetto al limite indicato, purché la loro somma risulti inferiore o uguale alla somma dei valori limite indicati.					

Nello strato di usura, la miscela finale degli aggregati deve contenere una frazione grossa di natura basaltica o porfirica, con cla ≥ 43, pari almeno al 30% del totale.

In alternativa all'uso del basalto o del porfido, si possono utilizzare inerti porosi naturali (vulcanici) o artificiali (argilla espansa resistente o materiali simili, scorie d'altoforno, loppe, ecc.) a elevata rugosità superficiale (cla ≥ 50) di pezzatura 5/15 mm, in percentuali in peso comprese tra il 20% e il 30% del totale, a eccezione dell'argilla espansa che deve essere di pezzatura 5/10 mm, con percentuale di impiego in volume compresa tra il 25% e il 35% degli inerti che compongono la miscela.

5. L'aggregato fine deve essere costituito da elementi naturali e di frantumazione. A seconda del tipo di strada, gli aggregati fini per conglomerati bituminosi a caldo tradizionali devono possedere determinate caratteristiche relative ai parametri qui riportati:

Parametro	Normativa
Equivalente in sabbia	uni en 933-8
Indice plasticità	uni cen iso /ts 17892-12
Limite liquido	uni cen iso /ts 17892-12
Passante allo 0,075	cnr b.u. n. 75/1980
Quantità di frantumato	cnr b.u. n. 109/1985

Per aggregati fini utilizzati negli strati di usura, il trattenuto al setaccio 2 mm non deve superare il 10%, qualora gli stessi provengano da rocce aventi un valore di cla ≥ 42.

Il filler, frazione passante al setaccio 0,075 mm, deve soddisfare i requisiti indicati nella seguente tabella valida per tutte le strade.

Indicatori di qualità			Strato pavimentazione
Parametro	Normativa	Unità di misura	Base Binder Usura

Spogliamento	cnr b.u. n. 138/1992	%	≤ 5
Passante allo 0,18	cnr b.u. n. 23/1971	%	100
Passante allo 0,075	cnr b.u. n. 75/1980	%	≥80
Indice plasticità	uni cen iso /TS 17892-12	-	N.P.
Vuoti Rigden	cnr b.u. n. 123/1988	%	30-45
Stiffening Power Rapporto filler/bitumen = 1,5	cnr b.u. n. 122/1988	DPA	≥5

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'impresa è tenuta a predisporre la qualificazione degli aggregati tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata da un laboratorio ufficiale, di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.

Per *conglomerato riciclato* deve intendersi il conglomerato bituminoso preesistente proveniente dalla frantumazione in frantoio di lastre o blocchi di conglomerato demolito con sistemi tradizionali oppure dalla fresatura *in situ* eseguita con macchine idonee (preferibilmente a freddo).

Le percentuali in peso di materiale riciclato riferite al totale della miscela degli inerti devono essere comprese nei limiti di seguito specificati:

- conglomerato per strato di base: £ 30%;
- conglomerato per strato di collegamento: £ 25%;
- conglomerato per tappeto di usura: £ 20%.

Per la base può essere utilizzato conglomerato riciclato di qualsiasi provenienza; per il binder materiale proveniente da vecchi strati di collegamento e usura; per il tappeto materiale provenienti solo da questo strato.

La percentuale di conglomerato riciclato da impiegare va obbligatoriamente dichiarata nello studio preliminare della miscela che l'impresa è tenuta a presentare alla direzione dei lavori prima dell'inizio dei lavori.

6. La miscela degli aggregati di primo impiego e del conglomerato da riciclare, da adottarsi per i diversi strati, deve avere una composizione granulometrica contenuta nei fusi riportati nella tabella successiva. La percentuale di legante totale (compreso il bitume presente nel conglomerato da riciclare), riferita al peso degli aggregati, deve essere compresa nei limiti indicati di seguito.

				Usura		
Serie crivelli e setacci uni		Base	Binder	A	B	C
Crivello	40	100	-	-	-	-
Crivello	30	80-100	-	-	-	-
Crivello	25	70-95	100	100	-	-
Crivello	15	45-70	65-85	90-100	100	-
Crivello	10	35-60	55-75	70-90	70-90	100
Crivello	5	25-50	35-55	40-55	40-60	45-65
Setaccio	2	20-35	25-38	25-38	25-38	28-45
Setaccio	0,4	6-20	10-20	11-20	11-20	13-25
Setaccio	0,18	4-14	5-15	8-15	8-15	8-15
Setaccio	0,075	4-8	4-8	6-10	6-10	6-10
% di bitume		4,0-5,0	4,5-5,5	4,8-5,8	5,0-6,0	5,2-6,2

Per i tappeti di usura, il fuso A è da impiegare per spessori superiori a 4 cm, il fuso B per spessori di 3-4 cm, e il fuso C per spessori inferiori a 3 cm.

La quantità di bitume nuovo di effettivo impiego deve essere determinata mediante lo studio della miscela con metodo volumetrico. In via transitoria si potrà utilizzare, in alternativa, il metodo Marshall.

Le caratteristiche richieste per lo strato di base, il binder e il tappeto di usura sono riportate nelle seguenti tabelle.

Metodo volumetrico	Strato pavimentazione			
Condizioni di prova	Unità di misura	Base	Binder	Usura
Angolo di rotazione		1,25° ± 0,02		
Velocità di rotazione	Rotazioni/min	30		
Pressione verticale	kPa	600		
Diametro del provino	mm	150		

<i>Risultati richiesti</i>	-	-	-	-
Vuoti a 10 rotazioni	%	10-14	10-14	10-14
Vuoti a 100 rotazioni ¹	%	3-5	3-5	4-6
Vuoti a 180 rotazioni	%	> 2	> 2	> 2
Resistenza a trazione indiretta a 25 °C ²	N/mm ²	-	-	0,6-0,9
Coefficiente di trazione indiretta a 25 °C ²	N/mm ²	-	-	>50
Perdita di resistenza a trazione indiretta a 25 °C dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤5	≤ 25	≤ 25
¹ La densità ottenuta con 100 rotazioni della pressa giratoria verrà indicata nel seguito con D_G . ² Su provini confezionati con 100 rotazioni della pressa giratoria. ³ Coefficiente di trazione indiretta: $cti = \pi/2 \cdot D_{Rt}/D_c$ dove D = dimensione in mm della sezione trasversale del provino D_c = deformazione a rottura R_t = resistenza a trazione indiretta.				

Metodo Marshall	Strato pavimentazione			
Condizioni di prova	Unità di misura	Base	Binder	Usura
Costipamento	75 colpi per faccia			
Risultati richiesti	-	-	-	-
Stabilità Marshall	kN	8	10	11
Rigidezza Marshall	kN/mm	> 2,5	3-4,5	3-4,5
Vuoti residui ¹	%	4-7	4-6	3-6
Perdita di stabilità Marshall dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤25	≤25	≤25
Resistenza a trazione indiretta a 25 °C	N/mm ²	-	-	0,7-1
Coefficiente di trazione indiretta 25 °C	N/mm ²	-	-	> 70
¹ La densità Marshall viene indicata nel seguito con D_M .				

7. L'impresa è tenuta a presentare alla direzione dei lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ciascun cantiere di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare. Ciascuna composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati.

Una volta accettata da parte della direzione dei lavori la composizione della miscela proposta, l'impresa deve attenersi rigorosamente.

Nella curva granulometrica sono ammessi scostamenti delle singole percentuali dell'aggregato grosso di ± 5 per lo strato di base e di ± 3 per gli strati di binder e usura. Sono ammessi scostamenti dell'aggregato fine (passante al crivello UNI n. 5) contenuti in ± 2 ; scostamenti del passante al setaccio UNI 0,075 mm contenuti in $\pm 1,5$.

Per la percentuale di bitume è tollerato uno scostamento di $\pm 0,25$.

8. Il conglomerato deve essere confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di caratteristiche idonee, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

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.

Ogni impianto deve assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta e a viscosità uniforme, fino al momento della miscelazione, oltre al perfetto dosaggio sia del bitume sia dell'additivo.

9. Prima della realizzazione dello strato di conglomerato bituminoso, è necessario preparare la superficie di stesa, allo scopo di garantire un'adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione, con dosaggi opportuni, di emulsioni bituminose aventi le caratteristiche progettuali. A seconda che lo strato di supporto sia in misto granulare oppure in conglomerato bituminoso, la lavorazione corrispondente prenderà il nome, rispettivamente, di *mano di ancoraggio* e *mano d'attacco*.

Per *mano di ancoraggio* si intende un'emulsione bituminosa a rottura lenta e bassa viscosità, applicata sopra uno strato in misto granulare prima della realizzazione di uno strato in conglomerato bituminoso. Scopo di tale lavorazione è quello di riempire i vuoti dello strato non legato, irrigidendone la parte superficiale, fornendo al contempo una migliore adesione per l'ancoraggio del successivo strato in conglomerato bituminoso. Il materiale da impiegare a tale fine è rappresentato da un'emulsione

bituminosa cationica applicata con un dosaggio di bitume residuo pari ad almeno 1 kg/m², le cui caratteristiche sono riportate nella tabella seguente.

Indicatore di qualità	Normativa	Unità di misura	Cationica 55%
Polarità	cnr b.u. n. 99/1984	-	Positiva
Contenuto di acqua (%) peso	cnr b.u. n. 101/1984	%	45±2
Contenuto di bitume+flussante	cnr b.u. n. 100/1984	%	55±2
Flussante (%)	cnr b.u. n. 100/1984	%	1-6
Viscosità Engler a 20 °C	cnr b.u. n. 102/1984	°E2-6	
Sedimentazione a 5 g	cnr b.u. n. 124/1988	%	< 5
Residuo bituminoso	-	-	-
Penetrazione a 25 °C	cnr b.u. n. 24/1971	dmm	180-200
Punto di rammollimento	uni en 1427, cnr b.u. n. 35/73	°C	30±5

Per *mano d'attacco* si intende un'emulsione bituminosa a rottura media oppure rapida (in funzione delle condizioni di utilizzo), applicata sopra una superficie di conglomerato bituminoso prima della realizzazione di un nuovo strato, avente lo scopo di evitare possibili scorrimenti relativi, aumentando l'adesione all'interfaccia.

Le caratteristiche e il dosaggio del materiale da impiegare variano a seconda che l'applicazione riguardi la costruzione di una nuova sovrastruttura oppure un intervento di manutenzione.

Nel caso di nuove costruzioni, il materiale da impiegare è rappresentato da un'emulsione bituminosa cationica (al 60% oppure al 65% di legante), dosata in modo che il bitume residuo risulti pari a 0,30 kg/m², le cui caratteristiche sono riportate nella tabella che segue.

Indicatore di qualità	Normativa	Unità di misura	Cationica 60%	Cationica 65%
Polarità	cnr b.u. n. 99/1984	-	Positiva	Positiva
Contenuto di acqua (%) peso	cnr b.u. n. 101/1984	%	40±2	35±2
Contenuto di bitume+flussante	cnr b.u. n. 100/1984	%	60±2	65±2
Flussante (%)	cnr b.u. n. 100/1984	%	1-4	1-4
Viscosità Engler a 20 °C	cnr b.u. n. 102/1984	°E	5-10	15-20
Sedimentazione a 5 g	cnr b.u. n. 124/1988	%	< 8	< 8
Residuo bituminoso	-	-	-	-
Penetrazione a 25 °C	cnr b.u. n. 24/1971	dmm	< 100	< 100
Punto di rammollimento	uni en 1427, cnr b.u. n. 35/73	°C	> 40	> 40

Qualora il nuovo strato venga realizzato sopra una pavimentazione esistente, deve utilizzarsi un'emulsione bituminosa modificata dosata in modo tale che il bitume residuo risulti pari a 0,35 kg/m², avente le caratteristiche riportate nella tabella seguente.

Prima della stesa della mano d'attacco, l'impresa dovrà rimuovere tutte le impurità presenti e provvedere alla sigillatura di eventuali zone porose e/o fessurate mediante l'impiego di una malta bituminosa sigillante.

Indicatore di qualità	Normativa	Unità di misura	Modificata 70%
Polarità	cnr b.u. n. 99/1984	-	positiva
Contenuto di acqua % peso	cnr b.u. n. 101/1984	%	30±1
Contenuto di bitume+flussante	cnr b.u. n. 100/1984	%	70±1
Flussante (%)	cnr b.u. n. 100/1984	%	0
Viscosità Engler a 20 °C	cnr b.u. n. 102/1984	°E	> 20
Sedimentazione a 5 g	cnr b.u. n. 124/1988	%	< 5
Residuo bituminoso	-	-	-
Penetrazione a 25 °C	cnr b.u. n. 24/1971	dmm	50-70
Punto di rammollimento	cnr b.u. n. 35/1973	°C	> 65

Nel caso di stesa di conglomerato bituminoso su pavimentazione precedentemente fresata, è ammesso l'utilizzo di emulsioni bituminose cationiche e modificate maggiormente diluite (fino a un massimo del

55% di bitume residuo), a condizione che gli indicatori di qualità (valutati sul bitume residuo) e le prestazioni richieste rispettino gli stessi valori riportati nella tabella precedente.

Ai fini dell'accettazione del legante per mani d'attacco, prima dell'inizio dei lavori, l'impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del prodotto tramite certificazione attestante i requisiti indicati e a produrre copia dello studio prestazionale eseguito con il metodo astra (metodologia riportata in allegato B) rilasciato dal produttore.

10. Il controllo della qualità dei conglomerati bituminosi e della loro posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove *in situ*.

Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni, uno dei quali viene utilizzato per i controlli presso un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001. L'altro campione, invece, resta a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.

Sui materiali costituenti devono essere verificate le caratteristiche di accettabilità.

Sulla miscela deve essere determinata la percentuale di bitume, la granulometria degli aggregati e la quantità di attivante d'adesione; devono, inoltre, essere controllate le caratteristiche di idoneità mediante la pressa giratoria.

I provini confezionati mediante la pressa giratoria devono essere sottoposti a prova di rottura diametrale a 25 °C (brasiliana).

In mancanza della pressa giratoria, devono essere effettuate prove Marshall:

- peso di volume (dm);
- stabilità e rigidità (cnr b.u. n. 40/1973);
- percentuale dei vuoti residui (cnr b.u. n. 39/1973);
- resistenza alla trazione indiretta (prova brasiliana, cnr b.u. n. 134/1991).

Dopo la stesa, la direzione dei lavori preleverà alcune carote per il controllo delle caratteristiche del calcestruzzo e la verifica degli spessori.

Sulle carote devono essere determinati il peso di volume, la percentuale dei vuoti residui e lo spessore, facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) e scartando i valori con spessore in eccesso di oltre il 5% rispetto a quello di progetto.

Per il tappeto di usura dovrà, inoltre, essere misurata l'aderenza (resistenza di attrito radente) con lo skid tester, secondo la norma cnr b.u. n. 105/1985.

PARTE 2

SPECIFICAZIONE DELLE PRESCRIZIONI TECNICHE

Capo A) SCAVI E DEMOLIZIONI

ART. 40

Scarificazione di pavimentazione esistente realizzata con sistemi tradizionali

La demolizione dell'intera o parziale sovrastruttura deve essere effettuata con impiego di adeguate attrezzature quali escavatori, pale meccaniche, martelli demolitori, scarificatori o ripper, ecc. a discrezione della D.L. ed a suo insindacabile giudizio.

L'uso di un dispositivo taglia-asfalti è obbligatorio prima della demolizione e/o asportazione degli strati di conglomerato bituminoso che compongono la pavimentazione.

Le pareti dello scavo dovranno risultare perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e privo di sgretolamenti.

Eventuali danni causati dall'azione dei mezzi sulla parte di pavimentazione da non demolire dovranno essere riparati a cura e spese dell'Impresa.

L'Impresa è inoltre tenuta a regolarizzare, pulire ed eventualmente compattare il piano di posa della pavimentazione demolita nel caso che non si proceda alla lavorazione dello strato misto cementato.

ART. 41

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, dotate di nastro caricatore per il carico del materiale di risulta.

Le attrezzature tutte dovranno essere perfettamente efficienti e funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni approvate preventivamente dalla D.L.

Nel corso dei lavori la D.L. potrà richiedere la sostituzione delle attrezzature risultanti non idonee qualora ne ravvisasse l'inefficienza. Per interventi con profondità superiore a cm 10, dovrà essere prevista la rifilatura mediante taglio verticale dello spessore fresato, parallelo all'asse del tamburo, all'inizio e alla fine dell'area interessata dall'azione della macchina.

La superficie dello scavo dovrà risultare perfettamente regolare in tutti i punti, pulita e priva di residui di strati non completamente fresati che possono compromettere l'aderenza delle nuove stese da porre in opera. (Questa prescrizione non è valida nel caso di demolizione integrale degli strati bituminosi).

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

Qualora questi dovessero risultare inadeguati e comunque diversi in difetto o in eccesso rispetto all'ordinativo di lavoro, l'Impresa è tenuta a darne immediatamente comunicazione al Direttore dei lavori o ad un suo incaricato che potranno autorizzare la modifica delle quote di scarifica. Il rilievo dei nuovi spessori dovrà essere effettuato in contraddittorio.

Le pareti dei tagli longitudinali dovranno risultare perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e privo di sgretolature. La rimozione dovrà essere effettuata anche a ridosso di cordoli, telai di chiusini od altri manufatti utilizzando se necessario anche mezzi ridotti o manuali.

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 dello scavo.

La pulizia del piano di scarifica, nel caso di fresature corticali o sub-corticali dovrà essere eseguita con attrezzature munite di spazzole rotanti e/o dispositivi aspiranti o simili in grado di dare un piano perfettamente pulito.

La non idonea pulizia delle superfici provoca una penalizzazione sul prezzo di elenco del 15%.

Capo B) SOTTOFONDAZIONI E FONDAZIONI

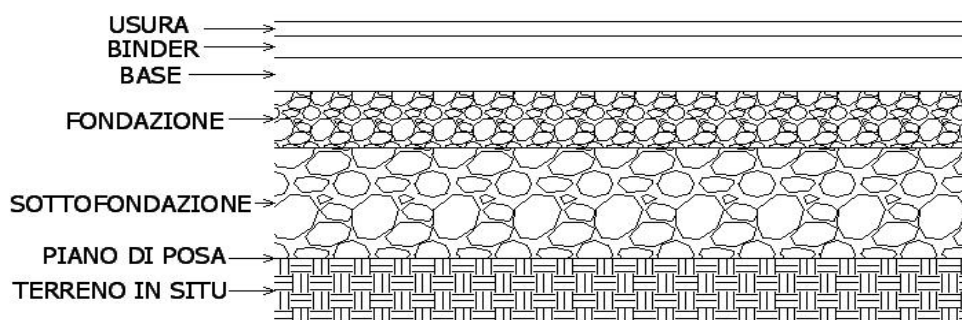
ART. 42

Qualità e tipologia d'utilizzo

La sottofondazione è lo strato inferiore della sovrastruttura a contatto con il terreno di appoggio (piano di posa della sovrastruttura stradale), che ha la funzione strutturale di supporto degli strati sovrastanti.

La fondazione è lo strato intermedio della sovrastruttura, che svolge funzioni di supporto per gli strati più superficiali in conglomerato bituminoso.

La seguente figura illustra schematicamente la sovrapposizione degli strati in oggetto all'interno della sovrastruttura stradale:



Per ogni intervento gli spessori di ogni strato dovranno essere assegnati dalla D.L..

Prima di procedere con la stesa degli strati in oggetto, il piano di posa della sovrastruttura stradale dovrà raggiungere un'adeguata compattazione da definire unicamente con la D.L..

Nella seguente tabella, oltre alla sottofondazione, sono riportati i tipi di fondazione realizzabili:

DESCRIZIONE	TIPO	MATERIALI	STRATO
RILEVATO	NON LEGATO	Aggregati lapidei naturali e riciclati	SOTTOFONDAZIONE
MISTO GRANULARE	NON LEGATO	Aggregati lapidei naturali e riciclati	FONDAZIONE
MISTO GRANULARE CEMENTATO	LEGATO	Aggregati lapidei naturali e cemento	FONDAZIONE
CONGLOMERATO RICICLATO LEGATO CON BITUME SCHIUMATO	LEGATO	Conglomerato bituminoso fresato, bitume schiumato e cemento	FONDAZIONE
CONGLOMERATO RICICLATO LEGATO CON EMULSIONE BITUMINOSA	LEGATO	Conglomerato bituminoso fresato, emulsione di bitume modificato e cemento	FONDAZIONE

I materiali utilizzati per la formazione delle sottofondazione e fondazione stradali dovranno soddisfare i requisiti stabiliti dalla Norme armonizzata UNI EN 13242: "Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade".

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

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

L'Impresa è tenuta a presentare lo studio preliminare della miscela che intende utilizzare, con congruo anticipo rispetto all'inizio dei lavori (almeno 7 giorni prima) e per ogni cantiere di produzione.

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

L'Impresa dovrà attenersi scrupolosamente allo studio preliminare approvato dalla D.L..

ART. 43 Sottofondazione

a) Descrizione

Lo strato è costituito da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego, eventualmente corretta mediante aggiunta o la sottrazione di determinate frazioni granulometriche per migliorarne le qualità fisico-meccaniche (per tale motivo il materiale in oggetto viene anche indicato come misto granulare stabilizzato granulometricamente).

L'obiettivo della lavorazione è quello di realizzare uno strato di base non legato per la successiva stesa degli strati superiori in conglomerato bituminoso.

b) Caratteristiche dei materiali da impiegarsi

Il materiale per lo strato di sottofondazione è costituito da miscele di terre non legate stabilizzate granulometricamente.

Gli aggregati devono essere conformi alla Norma UNI EN 13242 con Marcatura CE a Livello 2+.

INERTI

Aggregato grosso ($d \geq 2 \text{ mm}$ e $D \leq 125 \text{ mm}$)

L'inerte in oggetto è costituito in prevalenza da elementi ricavati da frantumazione o materiale lapideo ritenuto idoneo dalla D.L., proveniente da frantumazione di rocce di cava massive o di origine alluvionale, da elementi naturali a spigoli vivi o arrotondati.

Tali elementi possono essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino conformi ai requisiti indicati nella seguente tabella:

PARAMETRO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE	CATEGORIA UNI EN 13242
Dimensione massima	UNI EN 933-1	mm	≤ 125	-
Resistenza alla frammentazione (LA)	UNI EN 1097-2	%	-	LA ₄₀
Micro Deval Umida (M _{DE})	UNI EN 1097-1	%	-	M _{DE} 30
Quantità di frantumato	UNI EN 933-5	%	-	C _{50/30}
Resistenza al gelo-disgelo	UNI EN 1367-1	%	-	F ₂

Aggregato fine (d_g ≥ 0,063mm e D_s ≤ 2mm)

L'inerte in oggetto deve essere costituito da elementi naturali o di frantumazione che possiedano le caratteristiche riportate nella seguente tabella:

PARAMETRO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE	CATEGORIA UNI EN 13242
Blu di metilene	UNI EN 933-9	%	MB _F 25	MB _F 25
Indice di plasticità	UNI CEN ISO / TS 17892-12	%	N.P.	-
Limite liquido	UNI CEN ISO / TS 17892-12	%	≤ 30	-
Passante al setaccio 0,063 mm	UNI EN 13285	%	≤ 15	-

c) Caratteristiche della miscela

Il materiale da impiegarsi, dopo l'eventuale correzione e miscelazione in impianto fisso, dovrà rispondere alle caratteristiche seguenti:

- a) granulometria compresa nel fuso successivo e avente andamento continuo e uniforme praticamente concorde a quello indicato dalla seguente tabella:

SERIE EN (mm)	PASSANTE (%) IN PESO
125	100
80	80 - 100
63	60 - 95
31,5	50 - 85
20	35 - 65
8	25 - 55
4	15 - 40
2	10 - 25
0,5	5 - 15
0,063	0 - 10

- b) la dimensione massima dell'aggregato non deve in ogni caso superare la metà dello spessore dello strato di misto granulare ed il rapporto tra il passante al setaccio 0,063 mm ed il passante al setaccio 0,5 mm deve essere inferiore a 2/3;

Per forniture maggiori di 1000 m³, l'Impresa dovrà inoltre effettuare uno studio preliminare sulla miscela che intende utilizzare per la formazione della sottofondazione stradale. Tale studio dovrà comprendere la determinazione della curva di costipamento con energia Proctor Modificata (UNI EN 13286-2) e l'indice di portanza CBR in condizioni di saturazione (UNI EN 13286-47).

L'indice CBR deve rispettare il seguente requisito:

REQUISITO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE
Portanza CBR	UNI EN 13286-47	%	> 50 (*)

(*) sul materiale passante al setaccio 45, dopo 4 giorni di imbibizione in acqua. E' inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di +2% rispetto all'umidità ottimale di costipamento.

Lo studio della miscela, la fonte di approvvigionamento (origine e composizione dei misti granulari), le modalità di produzione, nonché le dichiarazioni di conformità CE (che verranno allegate alla documentazione di attestazione del controllo del processo) dovranno essere documentati e presentati alla D.L. per ogni cantiere entro 7 giorni dall'inizio dei lavori per l'approvazione.

L'Impresa dovrà indicare per iscritto le modalità di posa in opera che intende adottare ed il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che verrà impiegata nella realizzazione.

I requisiti di accettazione potranno essere accertati dalla D.L. con controlli sia preliminari sia in corso d'opera.

In quest'ultimo caso verrà prelevato il materiale in sito già miscelato, prima e dopo il costipamento, per interventi almeno di 500 m³.

d) Preparazione

Dopo l'eventuale correzione e miscelazione in impianto fisso, il misto granulare non legato dovrà essere steso in opera per strati di spessore non inferiore a 30 cm.

e) Posa in opera

Il piano di posa in opera dovrà avere le quote, la sagoma e i requisiti di compattezza previsti in progetto ed essere ripulito da materiale estraneo.

Il materiale verrà steso in strati di spessore compreso non superiore a 50 cm e non inferiore a 30 cm e dovrà presentarsi, dopo il costipamento, uniformemente miscelato in modo da non presentare segregazione dei suoi componenti.

L'eventuale aggiunta di acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione della densità, è da effettuarsi mediante appositi spruzzatori.

Qualora lo strato posato in opera non sia interessato immediatamente da lavorazioni successive, il medesimo dovrà essere protetto da precipitazioni atmosferiche e gelo.

g) Norme di controllo delle lavorazioni e di accettazione

Al termine delle operazioni di addensamento la D.L. procederà con i controlli in sito rispettando i procedimenti e verificando i requisiti richiesti in conformità a quanto riportato nella seguente tabella.

PARAMETRO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE
Densità in situ (rispetto al valore Proctor AASHTO)	DIN 18125 UNI EN 13286-2	%	> 95 (*)
Modulo di deformazione (portanza su piastra con intervallo tra 0,15 e 0,25 MPa)	CNR 146 DIN 18134	MPa	> 80

Inoltre per la determinazione della portanza possono essere impiegate prove rapide e/o ad alto rendimento quale la piastra dinamica leggera LFWD (Light Falling Weight Deflectometer). In tal caso dovrà essere individuata una correlazione tra il modulo dinamico E_{vd} e il modulo E_{v2} ottenuto mediante prove con piastra statica. L'accettabilità dello strato sarà valutata sulla base dei valori di E_{v2} ricavati da tale correlazione.

E' facoltà della D.L. richiedere prima della posa in opera della sottofondazione un campo di prove durante il quale l'Impresa dimostrerà che materiali, macchinari e posa in opera sono idonei ad ottemperare ai requisiti indicati nelle presenti specifiche Tecniche.

Le superfici finite devono risultare perfettamente piane, con scostamenti rispetto ai piani di progetto non superiori a 10 mm, controllati a mezzo di un regolo di 4 m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali. La verifica delle quote di progetto va eseguita con procedimento topografico, prevedendo in senso longitudinale un distanziamento massimo dei punti di misura (= passo) non superiore a 20 m nei tratti a curvatura costante e non superiore a 5 metri nei tratti a curvatura variabile, di variazione della pendenza trasversale. Nelle stesse sezioni dei controlli longitudinali di quota va verificata la sagoma trasversale, prevedendo almeno due misure per ogni parte a destra e a sinistra dell'asse stradale.

Lo spessore totale di ogni carota, nonché di ogni singolo strato finito, deve essere quello prescritto, con un tolleranza in più o in meno del 5% purché tale differenza si presenti solo saltuariamente.

Qualora lo strato realizzato non rispetti i requisiti prescritti, non si potrà procedere con le lavorazioni successive.

(*) AASHTO T 180-57 metodo D con esclusione della sostituzione degli elementi trattenuti a setaccio 3/4". Se la misura in sito riguarda materiale contenente fino al 25% in peso di elementi di dimensioni maggiori di 20 mm, la densità ottenuta verrà corretta in base alla formula:

$$d_r = \frac{d_i P_s (100 - \%)}{100 P_s - \% d_i}$$

dove:

d_r = densità della miscela ridotta degli elementi di dimensione superiore a 20 mm, da paragonare a quella AASHTO modificata determinata in laboratorio;

d_i = densità della miscela intera;

P_s = peso specifico degli elementi di dimensione maggiore di 20 mm;

% = percentuale in peso degli elementi di dimensione maggiore di 20 mm.

La suddetta formula di trasformazione potrà essere applicata anche nel caso di miscele contenenti una percentuale in peso di elementi di dimensione superiore a 35 mm, compresa tra il 25 e il 40%.

In tal caso nella stessa formula, al termine %, dovrà essere sempre dato il valore 20 (indipendentemente dalla effettiva percentuale in peso di trattenuto al crivello da 20 mm).

ART. 44 Geotessile

Qualora previsto nel progetto, l'Impresa dovrà provvedere ad inserire un geotessile non tessuto all'interfaccia tra lo strato di base e la fondazione in misto granulare, con funzione di separazione (anticontaminante), drenante e di ripartizione dei carichi.

Le caratteristiche del prodotto utilizzato devono essere conformi ai requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELLA GEOTESSILE			
REQUISITO	METODO DI PROVA	U.M.	VALORE LIMITE
Resistenza a trazione sia in senso longitudinale sia trasversale	UNI EN ISO 10319	kN/m	≥ 17
Resistenza al punzonamento statico (CBR)	UNI EN ISO 12236	kN	≥ 3,0
Apertura efficace dei pori d_{90}	UNI EN ISO 12956	μm	≥ 100
Spessore massimo sotto 2 kPa	UNI 8279/2	mm	≤ 2,7

Il geotessile sarà del tipo non tessuto costituito al 100% con fibre di polipropilene o poliestere, coesionate mediante agugliatura meccanica con esclusione di collanti o altri componenti chimici; inoltre dovrà presentare una superficie rugosa, dovrà apparire uniforme, essere resistente agli agenti chimici, essere imputrescibile ed atossico.

La posa del geotessile sarà effettuata sul piano dello stabilizzato, previa rullatura dello stesso e spruzzatura di emulsione bituminosa cationica, al 55%, in ragione di 1 kg/m² di residuo secco bituminoso.

La larghezza del geotessile deve essere tale da inserirsi perfettamente nel cassonetto, senza formare bordi o risalti. Al fine di permettere un'ottimale disposizione del geotessile nel cassonetto è tollerata una larghezza massima di 2 cm inferiore a quella del cassonetto cui dovrà essere posato.

E' necessario che i sormonti, sia nella testata sia in senso longitudinale, garantiscano una sovrapposizione di almeno 20 cm e che gli stessi vengano cosparsi di emulsione per garantire aderenza e continuità. Inoltre nei tratti in curva è necessario apportare idonei tagli, con opportune sovrapposizioni al fine di assicurarne la continuità. Durante la messa in opera il telo deve essere teso sufficientemente per non creare deformazioni (grinze, pieghe, ecc.).

Qualora lo strato realizzato non rispetti i requisiti prescritti, non si potrà procedere con le lavorazioni successive.

ART. 45

Stabilizzazione con calce e cemento

a) Descrizione

La tecnica consiste nella stabilizzazione mediante miscelazione, con idonee macchine stabilizzatrici (pulvimixer), di calce e cemento ai materiali provenienti dalla vecchia fondazione ed in parte dai sovrastanti strati di conglomerato bituminoso (fresato) e dal sottofondo.

L'intervento può essere realizzato direttamente sullo strato (o sugli strati) esistente, ovvero su materiali precedentemente fresati e rimossi, per consentire la stabilizzazione a calce del sottofondo, e successivamente riportati per realizzare la nuova fondazione (stabilizzata).

La stessa tecnica può essere applicata per il trattamento di materiali di primo impiego non idonei (caratterizzati da comportamento plastico, oppure con scarso potere coesivo) per strati di fondazione stradale.

L'impiego della calce, in aggiunta al cemento, si rende necessario nei casi in cui il materiale da stabilizzare presente indice di plasticità $I_p > 0$ (vecchia fondazione plasticizzata, inglobamento di parte del sottofondo, materiali di aggiunta plastici).

b) Miscela

L'individuazione della miscela più idonea dovrà scaturire dalla serie di indagini eseguite presso Laboratori Ufficiali.

Trattandosi generalmente di intervento su strade esistenti con strato di fondazione e sottofondo costituiti da materiali diversi e spessori diversi, la quantità di legante complessiva (calce + cemento) da impiegare potrà variare tra il 3% ed il 5% corrispondenti a circa 60 kg/m³ e 100 kg/m³, così come potrà variare a discrezione della D.L. la proporzione tra calce e cemento.

Le miscele adottate, su provini tipo CBR, confezionati secondo la Norma CNR 29 (costipamento AASHTO Mod., maturazione di 7 giorni in aria a 20° ± 1° C, umidità relativa > 95%), dovranno ottemperare ai requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA (STABILIZZAZIONE CON CALCE E CEMENTO)			
REQUISITO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE
Resistenza a compressione a 7 gg	UNI EN 13286-41	MPa	da 2,5 a 4,5
Resistenza a trazione indiretta a 7 gg (*)	UNI EN 13286-42	MPa	≥ 0,25
Portanza CBR	UNI EN 13286-47	%	> 50 (*)

L'impiego di ossido di calce è da preferirsi alla calce idrata; il cemento deve essere del tipo CEM IV/B pozzolanico 32,5, l'acqua deve essere esente da impurità dannose quali oli, acidi, alcali, materia organica.

Per poter procedere alla stabilizzazione, 7 giorni prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a presentare alla D.L. i risultati degli studi effettuati.

c) Posa in opera

L'operazione di miscelazione dovrà essere preceduta da quella di frantumazione degli strati esistenti mediante passate successive di idonea fresa o della stessa macchina stabilizzatrice.

Nel caso di riporto di materiali precedentemente fresati oppure di integrazione si dovrà procedere allo spianamento in modo da realizzare in modo costante lo spessore previsto in progetto.

Terminata l'operazione si dovrà stabilire l'umidità del materiale in sito, procedendo con metodi speditivi, ed eseguendo le verifiche in più punti ed a più profondità.

In presenza di valori che si discostano dal valore di umidità ottima, determinato a seguito delle prove di laboratorio sopra descritte e concordato con la D.L., in valore assoluto maggiori del ± 2 %, si dovrà areare il materiale in caso di eccesso di umidità, oppure ad annaffiare se troppo asciutto, per raggiungere il grado di umidità desiderato.

Acquisita l'umidità ottima o comunque compresa nel range sopra definito, si procederà alla stesa della calce, mediante impiego di spanditore a dosaggio volumetrico regolato in funzione della velocità di avanzamento, tale da raggiungere la percentuale prevista in sede di progetto della miscela.

Ultimata la stesa della calce si procederà alla miscelazione che dovrà essere realizzata con una o due passate di pulvimixer.

Si passerà quindi alla stesa del cemento, con la stessa procedura indicata per la calce, adottando il dosaggio previsto nel progetto della miscela, salvo eventuali modifiche (di dosaggio) ordinate dalla D.L..

Lo spandimento della calce e del cemento dovrà interessare una superficie non superiore a quella che potrà essere trattata nella stessa giornata lavorativa e non dovrà mai essere effettuato in presenza di forte vento per garantire la sicurezza del personale operante, che dovrà comunque essere dotato di maschere protettive, e l'esattezza del dosaggio della miscela.

Alla miscelazione del cemento seguirà lo spianamento mediante grader per ottenere andamenti piano altimetrici regolari e la compattazione, con rullo vibrante, munito di compattometro, di peso superiore a 12 ton, e rullo gommato di peso superiore a 15 ton.

Le modalità operative indicate e le macchine impiegate comporteranno la creazione di giunti trasversali e longitudinali. I giunti longitudinali ottenuti dalla lavorazione di strisce contigue devono risultare sovrapposti per almeno 15 cm. Nei giunti trasversali la miscela già costipata va ripresa in tutte quelle zone nelle quali il contenuto di cemento e/o calce, lo spessore, o il grado di compattazione risultino inadeguati e/o disomogenei.

Le riprese dovranno essere eseguite all'inizio della successiva giornata lavorativa, nello strato indurito, in modo da presentare superficie verticale, per evitare che si manifestino successive fessurazioni.

La lavorazione (stabilizzazione) non dovrà, di norma, essere eseguita con temperature ambiente inferiori a 5°C e superiori a 25°C, né sotto la pioggia. Potrà tuttavia essere consentita a temperature comprese tra i 25°C e i 30°C a condizione che lo strato di protezione con emulsione bituminosa venga realizzato immediatamente dopo la miscelazione e la compattazione.

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

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

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

Una volta ultimate le operazioni di costipamento e finitura e rispettato il tempo di maturazione libera suddetto, alla ripresa della posa degli strati superiori a quello in oggetto si dovrà stendere, al fine di favorire l'aderenza tra strati, un velo di emulsione bituminosa a lenta rottura in ragione di 1,5 Kg/mq saturata con sabbia, o, in caso di non immediata lavorazione seguente, mantenere umida la superficie dello strato con almeno tre irrorazioni di acqua al giorno.

d) Norme di controllo delle lavorazioni e di accettazione

Il controllo della qualità della stabilizzazione con calce e cemento deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela e con prove in situ.

Le prove saranno eseguite dalla D.L. o da un laboratorio terzo indicato dalla D.L..

Le prove di controllo della portanza devono essere effettuate con prove di carico su piastra da 300 mm secondo la DIN 18134.

Possono inoltre essere impiegate prove rapide e/o ad alto rendimento come la piastra dinamica leggera LFWD.

Nella seguente tabella vengono indicati i requisiti da rispettare:

REQUISITO	METODO DI PROVA	U.M.	VALORE LIMITE
Grado di addensamento (*)	UNI EN 13286-2	%	≥ 95 (**)
Modulo di deformazione (E_{v2})	DIN 18134	MPa	≥ 150 (a 24 hh)
		MPa	≥ 200 (a 3 gg)
Rapporto E_{v2} / E_{v1}	DIN 18134	-	≤ 2,15

(*) A compattazione ultimata la densità del secco in situ, nel 95% dei prelievi, rispetto a prova Proctor Modificata;

(**) Rispetto a valore di riferimento (densità massima) misurato in laboratorio sulla miscela di progetto con energia di costipamento Proctor Modificata (UNI EN 13286-2) e dichiarato prima dell'inizio dei lavori. Le misure della densità sono effettuate secondo la norma (DIN 18125-2 ovvero CNR 22/72).

Quando è previsto l'impiego di prove rapide o ad alto rendimento i livelli prestazionali minimi devono essere stabiliti sperimentalmente nel corso del campo prove o sul materiale posto in opera, prima dell'inizio dei controlli finali. Per le prove rapide di portanza con piastra dinamica leggera LFWD, sarà individuata una correlazione tra il modulo dinamico E_{vd} ed il modulo E_{v2} ottenuto da prove di tipo statico. L'accettabilità del materiale sarà valutata sulla base dei valori E_{v2} ricavati da tale correlazione.

Le superfici finite devono risultare perfettamente piane, con scostamenti rispetto ai piani di progetto non superiori a 10 mm, controllati a mezzo di un regolo di 4 m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali. La verifica delle quote di progetto va eseguita con procedimento topografico, prevedendo in senso longitudinale un distanziamento massimo dei punti di misura (= passo) non superiore a 20 m nei tratti a curvatura costante e non superiore a 5 metri nei tratti a curvatura variabile, di variazione della pendenza trasversale. Nelle stesse sezioni dei controlli longitudinali di quota va verificata la sagoma trasversale, prevedendo almeno due misure per ogni parte a destra e a sinistra dell'asse stradale.

Lo spessore totale di ogni carota, nonché di ogni singolo strato finito, deve essere quello prescritto, con un tolleranza in più o in meno del 5% purché tale differenza si presenti solo saltuariamente.

Qualora lo strato realizzato non rispetti i requisiti prescritti, non si potrà procedere con le lavorazioni successive.

ART. 46
Fondazione in misto granulare non legato

a) Descrizione

Il misto granulare non legato è costituito da una miscela di aggregati ottenuti mediante trattamento di materiali naturali, artificiali o riciclati. Il prodotto dovrà essere conforme alla norma UNI EN 13285 "Miscele non legate - specifiche".

b) Caratteristiche dei materiali da impiegarsi

INERTI

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

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

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

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

REQUISITO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13242)
Dimensione massima	UNI EN 933-1	mm	≤ 40	-
Requisiti di granulometria (per ogni classe utilizzata)	UNI EN 933-1	%	-	G _C 85-15
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	%	≤ 30	LA ₃₀
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	%	≤ 1	F ₁
Percentuali di superfici frantumate	UNI EN 933-5	%	≥ 70	C ₇₀
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	%	≤ 35	FI ₃₅
Coefficiente di forma	UNI EN 933-4	%	≤ 35	SI ₃₅
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	%	≥ 50	-
Limite liquido	UNI CEN ISO 17892-12	%	≤ 15	-
Indice di plasticità	UNI CEN ISO 17892-12	%	N.P.	-
Componenti idrosolubili	UNI EN 1744-3	-	ASSENTI	-
Sostanze organiche	UNI EN 1744-1	-	ASSENTI	-

c) Caratteristiche della miscela

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

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA (MISCELA PER IL MISTO GRANULARE NON LEGATO)				
REQUISITO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13285)
Designazione della miscela	UNI EN 13285	-	0/40	-
Contenuto massimo dei fini	UNI EN 13285	%	≤ 5	UF ₅
Contenuto minimo dei fini	UNI EN 13285	%	≥ 2	LF ₂
Sopravaglio	UNI EN 13285	%	≥ 85 e ≤ 99	OC ₈₅
Classificazione granulometrica	UNI EN 13285	-	-	G ₀

La composizione granulometrica, determinata in conformità alla norma UNI EN 13285 utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base + 2, dovrà essere compresa nei limiti del fuso successivo ed avere andamento continuo e uniforme praticamente concorde a quello indicato dalla seguente tabella:

SERIE EN (mm)	PASSANTE (%) IN PESO
40	100
31,5	85 - 99
16	50 - 78
8	31 - 60
4	18 - 46

2	10 - 35
1	6 - 26
0,5	4 - 20
0,063	2 - 5

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

Lo studio della miscela, la fonte di approvvigionamento e le modalità di produzione dovranno essere documentate e presentate alla D.L. entro 7 giorni dall'inizio dei lavori per l'approvazione.

d) Preparazione

La miscela verrà confezionata in appositi impianti centralizzati con dosatori a peso o a volume. La dosatura dovrà essere effettuata sulla base di un minimo di tre assortimenti, il controllo della stessa dovrà essere eseguito almeno ogni 250 m³ di miscela.

e) Posa in opera

Il materiale misto granulare non legato, per l'esecuzione della fondazione stradale, dovrà essere messo in opera a strati di spessore uniforme: si dovrà stendere per strati il cui spessore finito non risulti superiore a 20 cm o inferiore a 10 cm.

Ogni strato dovrà essere costipato alla densità prevista e, qualora necessari, l'Impresa dovrà aggiungere acqua, mediante spruzzatura, fino al raggiungimento della quantità prescritta in funzione del massimo addensamento.

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

Lo spessore dovrà essere quello previsto dalla D.L..

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm. La verifica sarà effettuata mediante l'utilizzo di un regolo con lunghezza di mm 3000 posizionato secondo due direzioni ortogonali.

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

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

Sullo strato di fondazione, compattato in conformità alle prescrizioni descritte, è opportuno procedere celermente con l'esecuzione della pavimentazione. Ciò al fine di prevenire fenomeni di allentamento, di asportazione e disgregazione del materiale fine, interessanti la parte superficiale degli strati di fondazione, che non siano adeguatamente protetti dal traffico di cantiere, ovvero dagli agenti atmosferici.

f) Protezione superficiale

Nel caso in cui non sia possibile procedere immediatamente dopo la stesa dello strato di fondazione alla realizzazione della pavimentazione, sarà opportuno procedere alla stesa di una mano di emulsione bituminosa a lenta rottura saturata con graniglia a protezione della superficie superiore dello strato di fondazione.

g) Norme di controllo delle lavorazioni e di accettazione

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

CARATTERISTICHE DELLO STRATO DI FONDAZIONE (MISTO GRANULARE NON LEGATO)			
REQUISITO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE
Densità in situ (rispetto alla densità massima Proctor)	DIN 18125 UNI EN 13286-2	%	> 95
Modulo di deformazione (portanza su piastra con intervallo tra 0,25 e 0,35 MPa)	CNR 146 DIN 18134	MPa	> 100

Inoltre per la determinazione della portanza possono essere impiegate prove rapide e/o ad alto rendimento quale la piastra dinamica leggera LFWD (Light Falling Weight Deflectometer). In tal caso dovrà essere individuata una correlazione tra il modulo dinamico E_{vd} e il modulo E_{v2} ottenuto mediante prove con piastra statica. L'accettabilità dello strato sarà valutata sulla base dei valori di E_{v2} ricavati da tale correlazione.

Le superfici finite devono risultare perfettamente piane, con scostamenti rispetto ai piani di progetto non superiori a 10 mm, controllati a mezzo di un regolo di 4 m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali. La verifica delle quote di progetto va eseguita con procedimento topografico, prevedendo in senso longitudinale un distanziamento massimo dei punti di misura (= passo) non superiore a 20 m nei tratti a curvatura

costante e non superiore a 5 metri nei tratti a curvatura variabile, di variazione della pendenza trasversale. Nelle stesse sezioni dei controlli longitudinali di quota va verificata la sagoma trasversale, prevedendo almeno due misure per ogni parte a destra e a sinistra dell'asse stradale. Lo spessore totale di ogni carota, nonché di ogni singolo strato finito, deve essere quello prescritto, con un tolleranza in più o in meno del 5% purché tale differenza si presenti solo saltuariamente.

Qualora lo strato realizzato non rispetti i requisiti prescritti, non si potrà procedere con le lavorazioni successive.

ART. 47 **Fondazione in misto granulare cementato**

a) Descrizione

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

Il prodotto dovrà essere conforme alla norma UNI EN 14227-1 "Miscele legate con cemento per fondi e sottofondi stradali".

b) Caratteristiche dei materiali da impiegarsi

INERTI

L'aggregato utilizzato per questo strato dovrà essere conforme ai requisiti riportati nella seguente tabella:

REQUISITO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13242)
Dimensione massima (*)	UNI EN 933-1	mm	≤ 40	-
Requisiti di granulometria (**) (per ogni classe utilizzata)	UNI EN 933-1	%	-	G _C 85-15
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	%	≤ 30	LA ₃₀
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	%	≤ 1	F ₁
Percentuali di superfici frantumate	UNI EN 933-5	%	≥ 70	C ₇₀
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	%	≤ 35	FI ₃₅
Coefficiente di forma	UNI EN 933-4	%	≤ 35	SI ₃₅
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	%	≥ 60	-
Limite liquido	UNI CEN ISO 17892-12	%	≤ 25	-
Indice di plasticità	UNI CEN ISO 17892-12	%	N.P. (**)	-
Componenti idrosolubili	UNI EN 1744-3	-	ASSENTI	-
Sostanze organiche	UNI EN 1744-1	-	ASSENTI	-

(*) L'aggregato deve avere dimensioni non superiori a 40 mm, né forma appiattita, allungata o lenticolare

(*) L'Impresa dopo avere eseguito prove in laboratorio, dovrà proporre alla D.L. la composizione da adottare e successivamente l'osservanza della granulometria dovrà essere assicurata con esami giornalieri. Verrà ammessa una tolleranza di ± 5% fino la passante al setaccio 4 e di ± 2% per il passante al setaccio 2 e inferiori.

(**) Indice di plasticità non determinabile (materiale non plastico).

LEGANTE

Il legante utilizzato dovrà essere cemento (legante idraulico) ed essere conforme alle seguenti prescrizioni:

- Direttiva Prodotti da Costruzione 89/106 CEE;
- Allegato ZA della Norma armonizzata UNI EN 197-1 per marcatura CE.

Si potranno impiegare le seguenti varietà di cemento:

- tipo I (Portland);
- tipo II (Portland composito);
- tipo III (d'altoforno);
- tipo IV (pozzolanico);
- tipo V (composito).

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

ACQUA

L'acqua utilizzata deve essere esente da impurità dannose quali oli, acidi, alcali, materie organiche od altre sostanze nocive e comunque conforme alla norma UNI EN 1008.

La quantità di acqua nella miscela sarà quella corrispondente all'umidità ottima di costipamento con una variazione compresa entro ± 2% del peso della miscela per consentire il raggiungimento delle resistenze appresso indicate.

ADDITIVI

Al fine di migliorare le caratteristiche del calcestruzzo è ammesso l'impiego di additivi conformi alla norma UNI EN 934-2 ed aggiunte (ceneri volanti) conformi alla norma UNI EN 450.

c) Miscela - Prove di laboratorio e in sito

La miscela degli aggregati impiegati per il confezionamento del misto granulare legato con cemento per lo strato di fondazione dovrà avere la composizione granulometrica, determinata in conformità alla norma UNI EN 14427-1, compresa nei limiti del fuso successivo ed avere andamento continuo e uniforme praticamente concorde a quello indicato dalla seguente tabella:

SERIE EN (mm)	PASSANTE (%) IN PESO
40	100
31,5	85 - 100
25	75 - 100
20	65 - 94
10	44 - 78
4	26 - 61
2	18 - 50
0,5	8 - 30
0,25	6 - 22
0,063	3 - 11

Saranno impiegate ghiaie e sabbie di cava o di fiume con percentuale di frantumato complessivo compresa tra il 30% e il 60% in peso sul totale degli inerti (la D.L. potrà permettere l'impiego di quantità di materiale frantumato superiore al limite stabilito, in questo caso la miscela dovrà essere tale da presentare le stesse resistenze a compressione ed a trazione a 7 giorni.

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

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA (MISTO GRANULARE CEMENTATO)			
REQUISITO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE
Resistenza a compressione a 7 gg	UNI EN 13286-41	MPa	da 2,5 a 4,5
Resistenza a trazione indiretta a 7 gg (*)	UNI EN 13286-42	MPa	≥ 0,25

(*) Resistenza a trazione secondo la prova "brasiliiana".

I valori per le resistenze a compressione e a trazione devono essere ottenuti dalla media di 3 provini, se ciascuno dei singoli valori non si scosta dalla media stessa $\pm 15\%$, altrimenti dalla media dei due restanti dopo aver scartato il valore anomalo.

Verrà eseguita la prova di resistenza a compressione ed a trazione sui provini cilindrici confezionati entro stampi C.B.R. U.N.I. 10009) impiegati senza disco spaziatore (altezza 17,78 cm diametro 15,25 cm, volume 3242 cm³); per il confezionamento dei provini gli stampi verranno muniti di collare di prolunga allo scopo di consentire il regolare costipamento dell'ultimo strato con la consueta eccedenza di circa 1 cm rispetto all'altezza dello stampo vero e proprio. Tale eccedenza dovrà essere eliminata, previa rimozione del collare suddetto e rasatura dello stampo, affinché l'altezza del provino risulti definitivamente di cm 17,78.

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.

L'Impresa dovrà effettuare uno studio preliminare sulla miscela che intende utilizzare per la formazione della fondazione stradale in misto cementato indicando la composizione granulometrica ottimale e le quantità dei materiali costituenti espresse in percentuale in peso rispetto al totale della miscela di aggregati. Le percentuali dei costituenti (cemento, acqua, additivi ed eventuali aggiunte) dovranno essere determinati secondo le modalità e le prescrizioni previste dalla norma UNI EN 14427-1.

Lo studio della miscela, la natura e quantità dei materiali costituenti e le modalità di produzione dovranno essere documentate e presentate alla D.L. entro 7 giorni dall'inizio dei lavori per l'approvazione.

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 setaccio 20 mm allontanando gli elementi trattenuti (di dimensione superiore a quella citata) con la sola pasta di cemento ad essi aderente.

La miscela verrà costipata su 5 strati con il pestello e l'altezza di caduta di cui alla norma AASHTO T 180 (1) e a 85 colpi per strato, in modo da ottenere una energia di costipamento pari a quella della prova citata (diametro pestello mm 50,8, peso pestello kg 4,54, altezza di caduta cm 45,7).

I provini dovranno essere estratti dallo stampo dopo 24 ore e portati successivamente a stagionatura per altri 6 giorni in ambiente umido (umidità relativa non inferiore al 90% e temperatura di circa 20° C); in caso di confezione in cantiere la stagionatura si farà in sabbia mantenuta umida.

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

Lo stesso dicasi per le variazioni della percentuale di legante.

d) Preparazione

Il misto granulare legato con cemento dovrà essere prodotto in impianti fissi automatizzati, adeguati alle produzioni richieste e mantenuti in perfetto stato di funzionamento: la dosatura dovrà essere effettuata sulla base di un minimo di tre assortimenti, il controllo della stessa dovrà essere eseguito almeno ogni 500 m³ di miscela.

L'impianto utilizzato deve assicurare l'uniformità di produzione e la continua conformità alle caratteristiche definite nello studio preliminare della miscela. L'area destinata allo stoccaggio degli aggregati lapidei deve essere confinata e priva di sostanze argillose e di ristagni d'acqua che possono comprometterne la pulizia e le caratteristiche definite. I cumuli degli aggregati dovranno essere separati fra loro al fine di impedire una miscelazione delle classi. L'impianto dovrà essere dotato di un numero di predosatori pari al numero delle classi di aggregati utilizzati.

I cementi e gli additivi dovranno essere depositati in silos dedicati assicurando che non siano miscelati tipi di materiale costituente diversi per classe di resistenza o provenienza.

e) Posa in opera

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

La stesa verrà eseguita impiegando finitrici vibranti. Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli lisci vibranti o rulli gommati (oppure rulli misti vibranti e gommati) tutti semoventi. L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno, per ogni cantiere, determinate dalla D.L. su una stesa sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere (Prova di costipamento).

Gli strati in oggetto avranno lo spessore che sarà prescritto dalla D.L.. Comunque si dovrà stendere per strati il cui spessore finito non risulti superiore a 20 cm o inferiore a 10 cm.

La stesa della miscela non dovrà di norma essere eseguita con temperature ambienti inferiori a 0° C e superiori a 25° C né sotto la pioggia. Potrà tuttavia essere consentita la stesa a temperature comprese tra i 25° C e i 30° C. In questo caso, però, sarà necessario proteggere da evaporazione la miscela durante il trasporto dall'impianto di miscelazione al luogo di impiego (ad esempio con teloni); sarà inoltre necessario provvedere ad abbondante bagnatura del piano di posa del misto cementato. Infine le operazioni di costipamento e distesa 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 e di umidità relative del 50% circa; temperature superiori saranno ancora accettabili con umidità relative anch'esse crescenti; comunque è opportuno, anche per temperature inferiori alla media, che l'umidità relativa all'ambiente non scenda al di sotto del 15%, in quanto ciò potrebbe provocare ugualmente una eccessiva evaporazione del getto.

Il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce affiancate non dovrà superare di norma 1 ÷ 2 ore per garantire la continuità della struttura. Particolari accorgimenti dovranno adottarsi nella formazione dei giunti longitudinali di ripresa, che andranno protetti con fogli di polistirolo espanso o materiale similare) conservati umidi.

Il giunto di ripresa sarà ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una tavola, e togliendo la tavola stessa al momento della ripresa del getto; se non si fa uso della tavola, sarà necessario, prima della ripresa del getto, provvedere a tagliare l'ultima parte del getto precedente, in modo che si ottenga una parete verticale per tutto lo spessore dello strato. Non saranno eseguiti altri giunti all'infuori di quelli di ripresa. Il transito di cantiere sarà ammesso sullo strato a partire dal terzo giorno dopo quello in cui è stata effettuata la stesa e limitatamente ai mezzi gommati. Comunque il tempo di maturazione libera non potrà mai essere inferiore a 48 ore rispetto alla stesa.

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

f) Protezione superficiale

Subito dopo il completamento delle opere di costipamento e di rifinitura, dovrà essere applicato un velo protettivo di emulsione bituminosa cationica lenta al 50 % di bitume residuo (EC L 50) in ragione di 0,8 ÷ 1,00 kg/m², in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui potrà venire sottoposto ed il successivo spargimento di sabbia.

g) Norme di controllo delle lavorazioni e di accettazione

Nella seguente tabella vengono riportati i requisiti di verifica da ottemperare:

CARATTERISTICHE DELLO STRATO DI FONDAZIONE (MISTO GRANULARE CEMENTATO)			
REQUISITO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE
Densità in situ (rispetto alla densità massima Proctor)	DIN 18125 UNI EN 13286-2	%	> 97
Modulo di deformazione (Md) (portanza su piastra con intervallo tra 0,25 e 0,35 MPa)	CNR 146 DIN 18134	MPa	≥ 100 (a compattazione ultimata)
		MPa	≥ 200 (a 7 gg dalla posa in opera)

Il controllo della densità dovrà essere eseguito con cadenza giornaliera (almeno una prova per giornata lavorativa) prelevando il materiale durante la stesa ovvero prima dell'indurimento; la densità in sito si effettuerà mediante i normali procedimenti a volumetrici, 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 l'applicazione della formula di trasformazione di cui alla nota (1), oppure attraverso una misura diretta consistente nella separazione mediante vagliatura degli elementi di pezzatura maggiore di 25 mm. e nella loro sistemazione nel cavo di prelievo, prima di effettuare la misura col volumometro. La sistemazione di questi elementi nel cavo dovrà essere effettuata con cura, elemento per elemento, per evitare la formazione di cavità durante la misurazione del volume del cavo stesso. Il controllo della densità potrà essere effettuato sulla strato finito (almeno con 15-20 giorni di stagionatura), su provini estratti da quest'ultimo tramite carotatrice; la densità secca ricavata come rapporto tra il peso della carota essiccata in stufa a 105-110 ° C fino al peso costante ed il suo volume ricavato per mossa di pesata idrostatica previa paraffinatura del provino, in questo caso la densità dovrà risultare non inferiore al 100% della densità di progetto.

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

La resistenza a compressione ed a trazione verrà controllata su provini confezionati e stagionati in maniera del tutto simile a quelli di studio preparati in laboratorio (punto c)), prelevando la miscela durante la stesa e prima del costipamento definitivo, nella quantità necessaria per il confezionamento dei sei provini (tre per le rotture a compressione e tre per quelle a trazione) previa la vagliatura al setaccio da 25 mm. Questo prelievo dovrà essere effettuato almeno ogni 500 m³ di materiale costipato.

Inoltre per la determinazione della portanza possono essere impiegate prove rapide e/o ad alto rendimento quale la piastra dinamica leggera LFWD (Light Falling Weight Deflectometer). In tal caso dovrà essere individuata una correlazione tra il modulo dinamico E_{vd} e il modulo E_{v2} ottenuto mediante prove con piastra statica. L'accettabilità dello strato sarà valutata sulla base dei valori di E_{v2} ricavati da tale correlazione.

Le superfici finite devono risultare perfettamente piane, con scostamenti rispetto ai piani di progetto non superiori a 10 mm, controllati a mezzo di un regolo di 4 m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali. La verifica delle quote di progetto va eseguita con procedimento topografico, prevedendo in senso longitudinale un distanziamento massimo dei punti di misura (= passo) non superiore a 20 m nei tratti a curvatura costante e non superiore a 5 metri nei tratti a curvatura variabile, di variazione della pendenza trasversale. Nelle stesse sezioni dei controlli longitudinali di quota va verificata la sagoma trasversale, prevedendo almeno due misure per ogni parte a destra e a sinistra dell'asse stradale.

Lo spessore totale di ogni carota, nonché di ogni singolo strato finito, deve essere quello prescritto, con un tolleranza in più o in meno del 5% purché tale differenza si presenti solo saltuariamente.

Il tempo di maturazione protetta dello strato legato a cemento ultimato non dovrà essere inferiore a 72 ore, durante le quali il misto cementato dovrà essere protetto dal gelo e dalle precipitazioni atmosferiche. Il transito di cantiere potrà essere ammesso sullo strato a partire dal terzo giorno dopo quello in cui è stata effettuata la stesa e limitatamente ai mezzi gommati.

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

Qualora lo strato di fondazione in misto cementato non ottemperasse ai requisiti di accettabilità dei controlli in corso d'opera previsti nella tabella precedente, non si potrà procedere con le lavorazioni successive.

(1) AASHTO T 180-57 metodo D con esclusione della sostituzione degli elementi trattenuti a setaccio 3/4". Se la misura in sito riguarda materiale contenente fino al 25% in peso di elementi di dimensioni maggiori di 25 mm, la densità ottenuta verrà corretta in base alla formula:

$$d_r = \frac{d_i P_s (100 - \%)}{100 P_s - \% d_i}$$

dove:

d_r = densità della miscela ridotta degli elementi di dimensione superiore a 25 mm, da paragonare a quella AASHTO modificata determinata in laboratorio;

d_i = densità della miscela intera;

P_s = peso specifico degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm;

% = percentuale in peso degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm.

La suddetta formula di trasformazione potrà essere applicata anche nel caso di miscele contenenti una percentuale in peso di elementi di dimensione superiore a 35 mm, compresa tra il 25 e il 40%.

In tal caso nella stessa formula, al termine %, dovrà essere sempre dato il valore 25 (indipendentemente dalla effettiva percentuale in peso di trattenuto al crivello da 25 mm).

ART. 48

Fondazione in conglomerato bituminoso riciclato legato con bitume schiumato

a) Descrizione

La fondazione stradale in conglomerato bituminoso riciclato è costituita da una miscela di conglomerato bituminoso proveniente dalla demolizione di pavimentazioni, bitume schiumato e cemento.

Il conglomerato bituminoso riciclato legato con bitume schiumato può anche essere impiegato nella sovrastruttura stradale per la formazione dello strato di base, in alternativa al conglomerato bituminoso prodotto a caldo. La scelta di utilizzo ed il dimensionamento dello strato di fondazione sono definiti dalla D.L.

Il riciclaggio del conglomerato a freddo con bitume schiumato consiste nel riutilizzo del conglomerato bituminoso preesistente negli strati della pavimentazione con eventuale aggiunta di aggregati di integrazione, nuovi o derivati dallo strato di fondazione sottostante, e bitume sottoforma di schiuma. Il riciclaggio può avvenire con impianti fissi o trasportabili al luogo d'impiego o, in opera, mediante l'utilizzo di appositi macchinari.

b) Caratteristiche dei materiali da impiegarsi

Conglomerato riciclato

Il conglomerato riciclato proviene dalla demolizione degli strati di pavimentazione stradale eseguita mediante fresatura.

Il fresato può essere omogeneizzato granulometricamente mediante granulazione e/o vagliatura.

INERTI

Gli aggregati, che costituiscono la miscela riciclata, derivano dalla fresatura della preesistente pavimentazione in conglomerato bituminoso ed eventualmente anche dal misto granulare della fondazione sottostante.

Inerti di integrazione

Nel caso in cui la curva risultante non rientri nel fuso prescritto, è necessario che l'Impresa aggiunga inerti nuovi, qualificati in conformità alla Direttiva Prodotti da Costruzione 89/106/CEE, in dimensioni e quantità tali da riportare la miscela all'interno dei limiti previsti dal fuso.

Ciascuna fornitura di aggregati dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043.

La designazione degli aggregati grosso e fine dovranno essere effettuata mediante le dimensioni dei setacci appartenenti al gruppo di base 2 della UNI EN 13043.

Gli aggregati grosso e fine potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nel capitolo "CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATI DI BASE (BASE)".

LEGANTE

Il legante sarà costituito dal bitume presente nel materiale fresato integrato da bitume nuovo sottoposto al procedimento di schiumatura.

Il bitume da utilizzare dovrà essere del tipo tal quale con penetrazione 70-100, conforme alla norma UNI EN 12591 ed ai requisiti della seguente tabella, oppure del tipo additivato con agenti schiumanti.

REQUISITO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE
Penetrazione a 25 °C	UNI EN 1426	dmm	70 - 100
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	43 - 51
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	°C	≤ -8
Viscosità dinamica a 160 °C	UNI EN 13702-2	Pa*s	< 0,20
Solubilità	UNI EN 12592	%	≤ 99
Valori dopo RTFOT (163 °C)	UNI EN 12607-1		
Variazione di massa	UNI EN 12607-1	%	≤ 0,5
Penetrazione residua a 25 °C	UNI EN 1426	%	≥ 46
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≥ 45
Incremento del punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≤ 10

Le caratteristiche necessarie per la corretta schiumatura del legante dovranno essere conformi ai requisiti descritti nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DEL BITUME SCHIUMATO			
REQUISITO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE
Rapporto di espansione	-	-	≥ 20
Tempo di semitrasformazione	-	s	≥ 25

Le caratteristiche di espansione ottimali dovranno essere determinate in base ad un opportuno studio di laboratorio in un campo di temperature comprese tra 160 °C e 190 °C e contenuto di acqua compreso tra 1% e 4%.

CEMENTO

Nel processo di produzione del conglomerato riciclato con bitume schiumato deve essere impiegato il cemento come additivo catalizzatore. Il cemento utilizzato deve essere conforme alla Direttiva Prodotti da Costruzione 89/106/CEE secondo il sistema di attestazione in vigore.

L'Impresa potrà utilizzare cemento con classe di resistenza N32,5 dei seguenti tipi:

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

ACQUA

L'acqua utilizzata deve essere esente da impurità dannose quali oli, acidi, alcali, materie organiche od altre sostanze nocive e comunque conforme alla norma UNI EN 1008.

c) Miscela - Prove di laboratorio e in sito

La miscela del conglomerato riciclato e degli aggregati lapidei di integrazione per il confezionamento del misto granulare legato con bitume schiumato dovrà avere la composizione granulometrica compresa nei limiti del fuso successivo ed avere andamento continuo e uniforme praticamente concorde a quello indicato dalla seguente tabella:

SERIE EN (mm)	PASSANTE (%) IN PESO
40	100
31,5	90 - 100
20	68 - 90
12,5	53 - 78
6,3	36 - 60
4	28 - 48
2	18 - 36
0,5	8 - 21
0,063	3 - 7

L'Impresa dovrà effettuare uno studio preliminare sulla miscela che intende utilizzare indicando la composizione granulometrica ottimale e le quantità dei materiali costituenti espresse in percentuale in peso rispetto al totale della miscela di aggregati.

Le percentuali dei costituenti (cemento, acqua, additivi ed eventuali aggiunte) dovranno essere determinate sulla base dei risultati ottenuti dalle analisi di provini confezionati secondo il metodo di compattazione con pressa giratoria (UNI EN 12697-31).

I provini con bitume schiumato dovranno essere confezionati secondo i seguenti dosaggi teorici:

MATERIALI COSTITUENTI	U.M.	VALORI LIMITE
Percentuale di fresato con integrazione	%	90 – 100
Percentuale di legante	%	2
Percentuale di cemento	%	1,5
Umidità del materiale (acqua aggiunta)	%	5
Densità dopo 72 h a 40 °C	kg / m ³	2350 - 2450

Le condizioni di prova per la preparazione dei provini mediante Pressa giratoria (metodo volumetrico) sono:

PARAMETRO	VALORE
Angolo di rotazione	1,25° ± 0,02°
Velocità di rotazione	30 rotazioni/min
Diametro del provino	150 ± 0,2 mm
Pressione verticale	600 kPa
Peso del campione (comprensivo di bitume schiumato, cemento e acqua)	4500 - 6000
Numero di giri	180 (n°)
Tempo massimo di attesa prima della compattazione	30 min.

È ammesso l'impiego di materiali costituenti in quantità differenti rispetto a quelle indicate purché validate dai risultati dello studio preliminare accettato dalla D.L..

La miscela ottimale di conglomerato riciclato legato con bitume schiumato dovrà avere le caratteristiche conformi ai requisiti riportati nella tabella seguente:

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA DI RICICLATO LEGATO CON BITUME SCHIUMATO			
REQUISITO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE
Resistenza a trazione indiretta (ITS)	UNI EN 12697-23	MPa	> 0,35
Modulo di rigidezza (Sm)	UNI EN 12697-26 (C)	MPa	> 3000
Resistenza a compressione (Rc)	UNI EN 13286-41	MPa	da 2,5 a 4,5

I provini dovranno essere sottoposti a maturazione per 72 ore a 40 °C e provati a 20 °C (dopo termostatazione di 4 ore a 20°C).

Oltre alle caratteristiche meccaniche citate, lo studio della miscela dovrà prevedere anche i seguenti elementi:

- natura e quantità dei materiali costituenti;
- composizione granulometrica della miscela;
- contenuto totale di legante bituminoso;
- densità della miscela ottimale compattata.

L'Impresa dovrà presentare alla D.L. lo studio preliminare elaborato entro 7 giorni dall'inizio dei lavori per l'approvazione.

d) Preparazione

Per la produzione delle miscele potrà essere utilizzato un impianto (fisso o mobile da installare in situ) o idonei macchinari per il riciclaggio in situ (treno di riciclaggio). In entrambi i casi l'Impresa deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele conformi alle caratteristiche determinate nello studio preliminare predisposto a cura dell'Impresa.

e) Posa in opera

Il materiale conglomerato bituminoso riciclato a freddo con bitume schiumato, per l'esecuzione della fondazione stradale, dovrà essere messo in opera a strati di spessore uniforme: si dovrà stendere per strati il cui spessore finito non risulti superiore a 20 cm o inferiore a 10 cm.

La D.L. ha facoltà di controllare in cantiere, prima della posa in opera della miscela, i parametri di schiumosità e di temperatura del bitume che dovranno essere conformi ai valori determinati nello studio preliminare.

Qualora la miscela venga prodotta in impianto e trasportata in cantiere, dovrà essere rapidamente stesa mediante l'uso di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

La miscela stesa deve essere immediatamente compattata mediante l'impiego di un rullo vibrante con peso superiore a t 18 e di un rullo gommato con carico statico non inferiore a t 20.

Il riciclaggio a freddo deve essere sospeso qualora la temperatura dell'aria sia inferiore a 3°C e comunque quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

A titolo indicativo le prove di portanza mediante LFWD (Light Falling Weight Deflectometer) dovranno assumere valore minimo pari a 50 MPa dopo 4 ore e pari a 180 MPa dopo 1 giorno dalla stesa dello strato.

A titolo indicativo strato di riciclato a freddo è sufficientemente maturo quando il modulo di deformazione dinamico corrisponde a $E_{vd} > 70$ MPa, equivalente al modulo di deformazione statico $E_{v2} > 150$ MPa.

Il tempo di maturazione protetta dello strato legato con bitume schiumato non dovrà essere inferiore a 24 ore, durante le quali il materiale posato in opera dovrà essere protetto dal gelo e dalle precipitazioni atmosferiche.

f) Protezione superficiale

Nel caso in cui non sia possibile procedere immediatamente dopo la stesa dello strato di fondazione alla realizzazione della pavimentazione, sarà opportuno procedere alla stesa di una mano di emulsione bituminosa a lenta rottura saturata con graniglia a protezione della superficie superiore dello strato di fondazione.

g) Norme di controllo delle lavorazioni e di accettazione

Per le caratteristiche della miscela i valori misurati in opera non dovranno essere inferiori al 90% rispetto a quelli ottimali determinati mediante studio preliminare approvato dalla D.L..

Le caratteristiche di addensamento della miscela in opera saranno determinate preferibilmente secondo il metodo del grado di compattazione o, in alternativa a scelta della D.L., secondo il metodo dei vuoti residui, in conformità con i requisiti riportati nella seguente tabella:

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI FONDAZIONE IN CONGLOMERATO RICICLATO LEGATO CON BITUME SCHIUMATO (Grado di compattazione per confronto delle densità)				
REQUISITO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE	
Grado di addensamento (per ogni campione)	UNI EN 12697-6	%	> 95	
Grado di addensamento (media dei campioni)	UNI EN 12697-6	%	≥ 98	Ogni 250 m ³

Il grado di compattazione è il rapporto tra la densità della miscela compattata in opera e la densità della miscela compattata in laboratorio riferita allo stesso lotto/giorno di produzione (massimo addensamento teorico).

Lo strato di fondazione costituito dalla miscela di conglomerato riciclato legato con bitume schiumato dovrà avere le caratteristiche di portanza conformi ai requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DI PORTANZA DELLO STRATO DI FONDAZIONE (MISCELA PER IL CONGLOMERATO RICICLATO CON BITUME SCHIUMATO)			
REQUISITO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE
Modulo di deformazione dinamica	DIN 18134	MPa	> 130
Rapporto E_{v2} / E_{v1}	DIN 18134	-	< 2,15

Le carote prelevate dallo strato per la determinazione delle caratteristiche in opera dovranno avere diametro di mm 150.

Le superfici finite devono risultare perfettamente piane, con scostamenti rispetto ai piani di progetto non superiori a 10 mm, controllati a mezzo di un regolo di 4 m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali. La verifica delle quote di progetto va eseguita con procedimento topografico, prevedendo in senso longitudinale un distanziamento massimo dei punti di misura (= passo) non superiore a 20 m nei tratti a curvatura costante e non superiore a 5 metri nei tratti a curvatura variabile, di variazione della pendenza trasversale. Nelle stesse sezioni dei controlli longitudinali di quota va verificata la sagoma trasversale, prevedendo almeno due misure per ogni parte a destra e a sinistra dell'asse stradale.

Lo spessore totale di ogni carota, nonché di ogni singolo strato finito, deve essere quello prescritto, con un tolleranza in più o in meno del 5% purché tale differenza si presenti solo saltuariamente.

Qualora lo strato realizzato non rispetti i requisiti prescritti, non si potrà procedere con le lavorazioni successive.

ART. 49
Fondazione in conglomerato bituminoso riciclato legato con emulsione bituminosa modificata

a) Descrizione

La fondazione stradale in conglomerato bituminoso riciclato è costituita da una miscela di conglomerato bituminoso proveniente da demolizione di pavimentazioni, emulsione bituminosa modificata e cemento.

Il conglomerato bituminoso riciclato legato a freddo con emulsione bituminosa può anche essere impiegato nella sovrastruttura stradale per la formazione dello strato di base, in alternativa al conglomerato bituminoso prodotto a caldo. La scelta di utilizzo ed il dimensionamento dello strato di fondazione sono definiti dalla D.L..

Il riciclaggio del conglomerato a freddo con emulsione bituminosa modificata consiste nel riutilizzo del conglomerato bituminoso preesistente negli strati della pavimentazione con aggiunta di eventuali aggregati di integrazione, nuovi o derivanti dallo strato di fondazione sottostante, cemento ed emulsione bituminosa modificata (elastomerizzata).

Il riciclaggio può avvenire con impianti fissi o trasportabili al luogo d'impiego o, in opera, mediante l'utilizzo di appositi macchinari.

b) Caratteristiche dei materiali da impiegarsi

Conglomerato riciclato

Il conglomerato riciclato proviene dalla demolizione degli strati di pavimentazione stradale eseguita mediante fresatura.

Il fresato può essere omogeneizzato granulometricamente mediante granulazione e/o vagliatura.

INERTI

Gli aggregati, che costituiscono la miscela riciclata, derivano dalla fresatura della preesistente pavimentazione in conglomerato bituminoso ed eventualmente anche dal misto granulare della fondazione sottostante.

Inerti di integrazione

Nel caso in cui la curva risultante non rientri nel fuso prescritto, è necessario che l'Impresa aggiunga inerti nuovi, qualificati in conformità alla Direttiva Prodotti da Costruzione 89/106/CEE, in dimensioni e quantità tali da riportare la miscela all'interno dei limiti previsti dal fuso.

Ciascuna fornitura di aggregati dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043.

La designazione degli aggregati grosso e fine dovranno essere effettuata mediante le dimensioni dei setacci appartenenti al gruppo di base 2 della UNI EN 13043.

Gli aggregati grosso e fine potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nel capitolo "CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATI DI BASE (BASE)".

LEGANTE

Il legante sarà costituito dal bitume presente nel materiale fresato integrato da emulsione bituminosa modificata (elastomerizzata).

L'emulsione bituminosa modificata da utilizzare dovrà essere a lenta rottura, di tipo cationico ed avere le caratteristiche conformi ai requisiti descritti nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELL'EMULSIONE BITUMINOSA MODIFICATA (MISCELA PER IL CONGLOMERATO RICICLATO CON EMULSIONE BITUMINOSA MODIFICATA)			
REQUISITO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE
Contenuto d'acqua	UNI EN 1428	%	40 ± 2
Contenuto di legante (bitume e flussante)	UNI EN 1431	%	> 59
Contenuto di bitume	UNI EN 1428	%	60 ± 2
Sedimentazione a 7 gg	UNI EN 12847	%	≤ 10
Ph (grado di acidità)	UNI EN 12850	%	da 2 a 6
CARATTERISTICHE DEL RESIDUO BITUMINOSO			
Penetrazione a 25 °C	UNI EN 1426	dmm	da 50 a 70
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	> 60
Punto di rottura Fraass	UNI EN 12593	°C	< -15
Rotorno elastico a 25 °C	UNI EN 13398	%	> 50

ACCERTAMENTO ULTERIORE: a seguito della miscelazione di 50 g di cemento (classe 325) e 100 g di acqua con 100 g di emulsione bituminosa, dopo un intervallo di 4 minuti, non deve essere rilevata alcuna coagulazione di bitume.

CEMENTO

Nel processo di produzione del conglomerato riciclato con emulsione bituminosa modificata deve essere impiegato il cemento come additivo catalizzatore. Il cemento utilizzato deve essere conforme alla Direttiva Prodotti da Costruzione 89/106/CEE secondo il sistema di attestazione in vigore.

L'Impresa potrà utilizzare cemento con classe di resistenza N32,5 dei seguenti tipi:

- CEM I – cemento Portland;
- CEM II – cemento d'altoforno;

- CEM IV – cemento pozzolanico.

ACQUA

L'acqua utilizzata deve essere esente da impurità dannose quali oli, acidi, alcali, materie organiche od altre sostanze nocive e comunque conforme alla norma UNI EN 1008.

c) Miscela - Prove di laboratorio e in sito

La miscela del conglomerato riciclato e degli aggregati lapidei di integrazione per il confezionamento del misto granulare legato con emulsione bituminosa modificata dovrà avere la composizione granulometrica compresa nei limiti del fuso successivo ed avere andamento continuo e uniforme praticamente concorde a quello indicato dalla seguente tabella:

SERIE EN (mm)	PASSANTE (%) IN PESO
40	100
31,5	90 - 100
20	68 - 90
12,5	53 - 78
6,3	36 - 60
4	28 - 48
2	18 - 36
0,5	8 - 21
0,063	3 - 7

L'Impresa dovrà effettuare uno studio preliminare sulla miscela che intende utilizzare indicando la composizione granulometrica ottimale e le quantità dei materiali costituenti espresse in percentuale in peso rispetto al totale della miscela di aggregati.

Le percentuali dei costituenti (cemento, emulsione bituminosa modificata, acqua, additivi ed eventuali aggiunte) dovranno essere determinate sulla base dei risultati ottenuti dalle analisi di provini confezionati secondo il metodo di compattazione con pressa giratoria (UNI EN 12697-31).

I provini con emulsione bituminosa modificata (elastomerizzata) dovranno essere confezionati secondo i seguenti dosaggi teorici:

MATERIALI COSTITUENTI	U.M.	VALORI LIMITE
Percentuale di fresato con integrazione	%	90 – 100
Percentuale di legante	%	3
Percentuale di cemento	%	2
Umidità del materiale (acqua aggiunta)	%	5
Densità dopo 72 h a 40 °C	kg / m ³	2300 - 2400

Le condizioni di prova per la preparazione dei provini mediante Pressa giratoria (metodo volumetrico) sono:

PARAMETRO	VALORE
Angolo di rotazione	1,25° ± 0,02°
Velocità di rotazione	30 rotazioni/min
Diametro del provino	150 ± 0,2 mm
Pressione verticale	600 kPa
Peso del campione (comprensivo di emulsione bituminosa modificata (elastomerizzata), cemento e acqua)	4500 - 6000
Numero di giri	180 (n°)
Tempo massimo di attesa prima della compattazione	30 min.

È ammesso l'impiego di materiali costituenti in quantità differenti rispetto a quelle indicate purché validate dai risultati dello studio preliminare accettato dalla D.L..

La miscela ottimale di conglomerato riciclato legato con emulsione bituminosa modificata dovrà avere le caratteristiche conformi ai requisiti riportati nella tabella seguente:

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA DI RICICLATO LEGATO CON EMULSIONE BITUMINOSA MODIFICATA			
REQUISITO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE
Resistenza a trazione indiretta (ITS)	UNI EN 12697-23	MPa	> 0,35
Modulo di rigidezza (Sm)	UNI EN 12697-26 (C)	MPa	> 3000
Resistenza a compressione (Rc)	UNI EN 13286-41	MPa	Da 2,5 a 4,5

I provini dovranno essere sottoposti a maturazione per 72 ore a 40 °C e provati a 20 °C (dopo termostatazione di 4 ore a 20°C).

Oltre alle caratteristiche meccaniche citate, lo studio della miscela dovrà prevedere anche i seguenti elementi:

- natura e quantità dei materiali costituenti;
- composizione granulometrica della miscela;
- contenuto totale di legante bituminoso;
- densità della miscela ottimale compattata.

L'Impresa dovrà presentare alla D.L. lo studio preliminare elaborato entro 7 giorni dall'inizio dei lavori per l'approvazione.

d) Preparazione

Per la produzione delle miscele potrà essere utilizzato un impianto (fisso o mobile da installare in situ) o idonei macchinari per il riciclaggio in situ (treno di riciclaggio). In entrambi i casi l'Impresa deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele conformi alle caratteristiche determinate nello studio preliminare predisposto a cura dell'Impresa.

e) Posa in opera

Il materiale conglomerato bituminoso riciclato a freddo con emulsione bituminosa modificata (elastomerizzata), per l'esecuzione della fondazione stradale, dovrà essere messo in opera a strati di spessore uniforme: si dovrà stendere per strati il cui spessore finito non risulti superiore a 20 cm o inferiore a 10 cm.

Qualora la miscela venga prodotta in impianto e trasportata in cantiere, dovrà essere rapidamente stesa mediante l'uso di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

La miscela stesa deve essere immediatamente compattata mediante l'impiego di un rullo gommato con carico statico superiore a t 24 e da un rullo con cilindri metallici con peso superiore a t 18; la fase di compattazione dovrà essere condotta fino a completa rottura dell'emulsione.

Il tempo di maturazione protetta dello strato non dovrà essere inferiore a 24 ore, durante le quali il materiale posato in opera dovrà essere protetto dal gelo e dalle precipitazioni atmosferiche.

Il riciclaggio a freddo deve essere sospeso qualora la temperatura dell'aria sia inferiore a 8°C e comunque quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

f) Protezione superficiale

Nel caso in cui non sia possibile procedere immediatamente dopo la stesa dello strato di fondazione alla realizzazione della pavimentazione, sarà opportuno procedere alla stesa di una mano di emulsione bituminosa a lenta rottura saturata con graniglia a protezione della superficie superiore dello strato di fondazione.

g) Norme di controllo delle lavorazioni e di accettazione

Per le caratteristiche della miscela i valori misurati in opera non dovranno essere inferiori al 90% rispetto a quelli ottimali determinati mediante studio preliminare approvato dalla D.L..

Le caratteristiche di addensamento della miscela in opera saranno determinate preferibilmente secondo il metodo del grado di compattazione o, in alternativa a scelta della D.L., secondo il metodo dei vuoti residui, in conformità con i requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI FONDAZIONE IN CONGLOMERATO RICICLATO LEGATO CON EMULSIONE BITUMINOSA MODIFICATA (Grado di compattazione per confronto delle densità)			
REQUISITO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE
Grado di addensamento (per ogni campione)	UNI EN 12697-6	%	> 95
Grado di addensamento (media dei campioni)	UNI EN 12697-6	%	≥ 98

Il grado di compattazione è il rapporto tra la densità della miscela compattata in opera e la densità della miscela compattata in laboratorio riferita allo stesso lotto/giorno di produzione (massimo addensamento teorico).

La determinazione del grado di addensamento potrà essere effettuata anche mediante volumometro a sabbia (CNR BU 22 – 72).

Lo strato di fondazione costituito dalla miscela di conglomerato riciclato legato con bitume schiumato dovrà avere le caratteristiche di portanza conformi ai requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DI PORTANZA DELLO STRATO DI FONDAZIONE (MISCELA PER IL CONGLOMERATO RICICLATO CON EMULSIONE BITUMINOSA)			
REQUISITO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE
Modulo di deformazione dinamica	DIN 18134	MPa	> 130
Rapporto E_{v2} / E_{v1}	DIN 18134	-	< 2,15

Le carote prelevate dallo strato per la determinazione delle caratteristiche in opera dovranno avere diametro di mm 150.

Le superfici finite devono risultare perfettamente piane, con scostamenti rispetto ai piani di progetto non superiori a 10 mm, controllati a mezzo di un regolo di 4 m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali. La verifica delle quote di progetto va eseguita con procedimento

topografico, prevedendo in senso longitudinale un distanziamento massimo dei punti di misura (= passo) non superiore a 20 m nei tratti a curvatura costante e non superiore a 5 metri nei tratti a curvatura variabile, di variazione della pendenza trasversale. Nelle stesse sezioni dei controlli longitudinali di quota va verificata la sagoma trasversale, prevedendo almeno due misure per ogni parte a destra e a sinistra dell'asse stradale. Lo spessore totale di ogni carota, nonché di ogni singolo strato finito, deve essere quello prescritto, con un tolleranza in più o in meno del 5% purché tale differenza si presenti solo saltuariamente.

Qualora lo strato realizzato non rispetti i requisiti prescritti, non si potrà procedere con le lavorazioni successive.

ART. 50 **Controlli dei materiali e delle opere**

STUDIO PREVENTIVO

L'Impresa è tenuta a presentare con congruo anticipo all'inizio dei lavori lo STUDIO DELLA MISCELA che intende adottare per ogni tipo di conglomerato bituminoso, descrivente i seguenti elementi minimi:

- 1) CURVA GRANULOMETRICA ADOTTATA
- 2) AGGREGATI: descrizione tipologia e caratteristiche
- 3) FILLER : descrizione della tipologia (dove presenti)
- 4) BITUME: descrizione della tipologia e della % adottata nella miscela (dove presente)
- 5) DICHIARAZIONE DI CONFORMITA' CE (per ogni tipo di conglomerato richiesto)
- 6) ADDITIVI (ACF, FIBRE O ALTRI): descrizione della tipologia e quantità d'uso.
- 7) N° 1 PROVA MARSHALL (stabilità, rigidità, vuoti,.....) o VOLUMETRICA su campione di conglomerato.

La composizione dovrà essere contenuta nei limiti descritti precedentemente e dovrà essere corredata dalla documentazione degli studi e delle prove effettuate in laboratorio per ricavarne la ricetta ottimale. I certificati inerenti la qualità dei materiali devono essere rilasciati da un laboratorio ufficiale o comunque riconosciuto dalla Provincia.

Dopo l' accettazione da parte della D.L. della composizione proposta, l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente.

L'approvazione della miscela da parte della D.L. peraltro non ridurrà la responsabilità dell'Impresa relativamente al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

Gli oneri per l'esecuzione dello Studio Preventivo sono a carico dell'impresa appaltatrice.

CONTROLLI IN FASE ESECUTIVA

L'impresa sarà obbligata a sottoporsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegare richiesti dalla D.L.

Le diverse prove ed esami su campioni verranno effettuati presso Laboratori indicati dalla D.L.

I campioni dei materiali verranno prelevati in contraddittorio: ogni Prelievo sarà costituito da due campioni di circa 8/10 kg ciascuno di cui uno viene utilizzato per i controlli e l'altro rimane a disposizione per ulteriori verifiche.

Degli stessi potrà esserne ordinata la conservazione in locali indicati dalla D.L. previa apposizione di sigilli e firme della D.L. e dell'Impresa nei modi più adatti per garantirne l'autenticità.

Gli accertamenti di laboratorio e le verifiche tecniche obbligatorie, ovvero specificate nel presente C.S.A., sono disposte dalla D.L. o dall'organo di collaudo con onere a carico dell'Amministrazione Provinciale.

In particolare le prove di laboratorio verranno effettuate da un Laboratorio Prove Materiali scelto dall'Amministrazione Provinciale che, oltre agli usuali controlli di qualità in laboratorio, potrà intervenire sul cantiere e all'impianto di confezionamento con un laboratorio "mobile" contestualmente alla stesa delle pavimentazioni.

Per tutte le prove sopracitate la D.L. provvede al prelievo dei campioni ed alla redazione di apposito *Verbale di prelievo* e la certificazione effettuata dal Laboratorio riporterà espresso riferimento al Verbale.

La D.L. o l'organo di Collaudo possono disporre ulteriori prove ed analisi ancorché non prescritte nel presente capitolato ma ritenute necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali o dei componenti. Le relative spese sono poste a carico dell'appaltatore.

In caso di controversie sull'esito delle prove di Laboratorio, adeguatamente motivate da parte dell'impresa appaltatrice mediante la ripetizione dei medesimi esami presso altro Laboratorio Prove ufficiale, l'eventuale ripetizione dei controlli o l'esecuzione di controlli complementari successivi dovranno essere effettuati presso un Laboratorio Prove ufficiale scelto dall'Amministrazione Provinciale su una terna di Laboratori prove ufficiali proposti dall'impresa appaltatrice. Le relative spese sono poste a carico dell'appaltatore.

TOLLERANZE

Rispetto allo STUDIO DI MISCELA presentato, o in sua assenza al Valore medio degli intervalli previsti nel presente Capitolato Speciale, non saranno ammesse variazioni superiori a seguenti limiti :

- contenuto di aggregato grosso superiore a +/- 5 %;
- contenuto di sabbia superiore a +/- 3 %;
- percentuale di filler +/- 1,5 %;

- quantità di bitume (dove presente) superiore a +/- 0,5%, rientrando comunque sempre nei minimi e massimi previsti.

Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate nel corso dei lavori, all'impianto o alla vibrofinitrice, nonché dall'esame delle carote e dei tasselli prelevati in sito dopo l'ultimazione dei lavori.

MARCATURA CE DEGLI AGGREGATI

Gli inerti per essere ritenuti idonei e quindi impiegabili dovranno essere dotati obbligatoriamente di marcatura CE.

MARCATURA CE DEI CONGLOMERATI BITUMINOSI

I conglomerati bituminosi per essere ritenuti idonei e quindi impiegabili dovranno essere dotati obbligatoriamente di marcatura CE.

I requisiti obbligatori richiesti sono:

- temperatura miscela alla produzione e consegna (valori di soglia)
- contenuto minimo di legante (categoria e valore reale)
- composizione granulometrica (valore%)
- contenuto dei vuoti a 10 rotazioni (categoria e valore reale)

Tutte queste grandezze dovranno rientrare nei parametri del presente capitolato, oltre alle altre non facenti parte della marcatura CE ma contenute nelle presenti norme.

Il Direttore dei Lavori, prima di accettare i materiali in cantiere, dovrà accertarsi dell'idoneità degli stessi mediante l'esame della seguente documentazione che dovrà essere prodotta dall'appaltatore:

- DICHIARAZIONE DI CONFORMITA' CE predisposta dal produttore del conglomerato bituminoso
- CERTIFICATO DI CONTROLLO DELLA PRODUZIONE DI FABBRICA in conformita' agli allegati ZA delle norme specifiche rilasciato dall'Organismo notificato a seguito di verifica;
- ETICHETTA CE, predisposta dal produttore in accompagnamento ad ogni consegna di conglomerato bituminoso in cantiere.

Il controllo della qualità dei materiali, per gli strati di sottofondazione e fondazione e della loro posa in opera, 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. L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicati nelle seguenti tabelle:

CONTROLLO DEI MATERIALI (Sottofondazione)		
Requisito	Ubicazione prelievo	Frequenza prove
Aggregato grosso	Impianto di produzione	10.000 mq
Aggregato fino	Impianto di produzione	10.000 mq
Curva granulometrica	Strato prima della compattazione	Giornaliera oppure ogni 3.000 mq di stesa
Sagoma	Strato a compattazione ultimata	Ogni 20 m nei tratti a curvatura costante o ogni 5 m nei tratti a curvatura variabile per la variazione della pendenza trasversale
Spessori (carote)	Strato a compattazione ultimata	Ogni 1.500 mq di stesa
Grado di addensamento (carote)	Strato a compattazione ultimata	Ogni 5.000 mq di stesa
Portanza (Md)	Strato a compattazione ultimata	Ogni 1.500 mq di stesa

CONTROLLO DEI MATERIALI (Stabilizzazione con calce e cemento)		
Requisito	Ubicazione prelievo	Frequenza prove
Curva granulometrica di progetto	Fascia di stesa prima dello spandimento del legante	Giornaliera oppure ogni 2.000 mq di materiale lavorato
Quantità di cemento steso per mq	Fascia di stesa dopo lo spandimento del legante	Giornaliera oppure ogni 2.000 mq di materiale lavorato
Quantità di calce stesa per mq	Fascia di stesa dopo lo spandimento del legante	Giornaliera oppure ogni 2.000 mq di materiale lavorato
Sagoma	Strato a compattazione ultimata	Ogni 20 m nei tratti a curvatura costante o ogni 5 m nei tratti a curvatura variabile per la variazione della pendenza trasversale
Spessori (carote)	Strato a compattazione ultimata	Ogni 1.500 mq di stesa
Grado di addensamento (carote)	Strato finito a compattazione ultimata	Ogni 500 m di fascia di stesa
Portanza (Ev2) a 3 giorni dalla compattazione	Strato finito a 24 ore da compattazione ultimata	Ogni 250 m di fascia di stesa
Rapporto Ev2 / Ev1 a 3 giorni dalla compattazione	Strato finito a 24 ore da compattazione ultimata	Ogni 250 m di fascia di stesa
Portanza (Ev2) a 3 giorni dalla compattazione	Strato a 3 giorni da compattazione ultimata	Ogni 250 m di fascia di stesa

Rapporto Ev2 / Ev1 a 3 giorni dalla compattazione	Strato a 3 giorni dopo compattazione ultimata	Ogni 250 m di fascia di stesa
---	---	-------------------------------

CONTROLLO DEI MATERIALI (Fondazione in misto granulare non legato)		
Requisito	Ubicazione prelievo	Frequenza prove
Aggregato grosso	Impianto di produzione	10.000 mq
Aggregato fino	Impianto di produzione	10.000 mq
Curva granulometrica	Strato prima della compattazione	Ogni 3.000 mq di stesa
Sagoma	Strato a compattazione ultimata	Ogni 20 m nei tratti a curvatura costante o ogni 5 m nei tratti a curvatura variabile per la variazione della pendenza trasversale
Spessori (carote)	Strato a compattazione ultimata	Ogni 1.500 mq di stesa
Grado di addensamento (carote)	Strato a compattazione ultimata	Ogni 5.000 mq di stesa
Portanza (Md)	Strato a compattazione ultimata	Ogni 1.500 mq di stesa

CONTROLLO DEI MATERIALI (Fondazione in misto granulare cementato)		
Requisito	Ubicazione prelievo	Frequenza prove
Aggregato grosso	Impianto di produzione	10.000 mq
Aggregato fino	Impianto di produzione	10.000 mq
Acqua	Impianto di produzione	10.000 mq
Cemento	Impianto di produzione	10.000 mq
Aggiunte	Impianto di produzione	10.000 mq
Curva granulometrica	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 3.000 mq di stesa
Sagoma	Strato a compattazione ultimata	Ogni 20 m nei tratti a curvatura costante o ogni 5 m nei tratti a curvatura variabile per la variazione della pendenza trasversale
Spessori (carote)	Strato a compattazione ultimata	Ogni 1.500 mq di fascia di stesa
Grado di addensamento (carote)	Strato a compattazione ultimata	Giornaliera oppure ogni 5.000 mq di stesa
Portanza (Md)	Strato finito a compattazione ultimata	Ogni 1.500 mq di fascia di stesa
Portanza (Md)	Strato a 7 gg dopo compattazione ultimata	Ogni 1.500 mq di fascia di stesa

CONTROLLO DEI MATERIALI (Fondazione in conglomerato riciclato legato con bitume schiumato)		
Requisito	Ubicazione prelievo	Frequenza prove
Inerti di integrazione	Impianto di produzione	Giornaliera
Bitume schiumato	Impianto di produzione	Giornaliera
Conglomerato riciclato da riciclare	Dietro finitrice	Giornaliera
Acqua	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 3.000 mq di stesa
Cemento	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 3.000 mq di stesa
Curva granulometrica	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 3.000 mq di stesa
Sagoma	Strato a compattazione ultimata	Ogni 20 m nei tratti a curvatura costante o ogni 5 m nei tratti a curvatura variabile per la variazione della pendenza trasversale
Spessori (carote)	Strato a compattazione ultimata	Ogni 1.500 mq di fascia di stesa
Grado di addensamento (carote)	Strato a compattazione ultimata	Ogni 5.000 mq di fascia di stesa
Modulo di rigidità	Strato a compattazione ultimata	Ogni 5.000 mq di fascia di stesa
Portanza (Ev2)	Strato a compattazione ultimata	Ogni 1.500 mq di fascia di stesa
Rapporto Ev2 / Ev1	Strato a compattazione	Ogni 1.500 mq di fascia di stesa

	ultimata	
--	----------	--

CONTROLLO DEI MATERIALI (Fondazione in conglomerato riciclato legato con emulsione bituminosa modificata)		
Requisito	Ubicazione prelievo	Frequenza prove
Inerti di integrazione	Impianto di produzione	Giornaliera
Emulsione bituminosa	Impianto di produzione	Giornaliera
Conglomerato riciclato da riciclare	Dietro finitrice	Giornaliera
Acqua	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 3.000 mq di stesa
Cemento	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 3.000 mq di stesa
Curva granulometrica	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 3.000 mq di stesa
Sagoma	Strato a compattazione ultimata	Ogni 20 m nei tratti a curvatura costante o ogni 5 m nei tratti a curvatura variabile per la variazione della pendenza trasversale
Spessori (carote)	Strato a compattazione ultimata	Ogni 1.500 mq di fascia di stesa
Grado di addensamento (carote)	Strato a compattazione ultimata	Ogni 5.000 mq di fascia di stesa
Modulo di rigidità	Strato a compattazione ultimata	Ogni 5.000 mq di fascia di stesa
Portanza (Ev2)	Strato a compattazione ultimata	Ogni 1.500 mq di fascia di stesa
Rapporto Ev2 / Ev1	Strato a compattazione ultimata	Ogni 1.500 mq di fascia di stesa

ART. 51
Detrazioni per sottofondazioni e fondazioni

Qualora dalle analisi dei campioni prelevati o da altre prove effettuate si riscontrasse una diversità in termini di quantità o qualità tra il materiale utilizzato per la realizzazione degli strati della pavimentazione in oggetto e il materiale prescritto nel presente Capitolato Speciale (es. spessori, caratteristiche qualitative e quantitative di legante diverso, granulometria degli inerti non corretta, ecc.) la D.L. potrà intervenire con due modalità alternative in funzione della gravità della difformità riscontrata: ordinerà il rifacimento dello strato posato oppure procederà con detrazioni sugli importi da contabilizzare.

RIFACIMENTO DELLE OPERE

Qualora, a giudizio della D.L., non sia possibile accettare la lavorazione si procederà alla rimozione dello/degli strati ed alla successiva ricostruzione a spese dell'Impresa salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

Ciò potrà accadere sia per il superamento inaccettabile dei requisiti fissati dal presente C.S.A. sia per il manifestarsi di lavorazioni non effettuate a regola d'arte.

In particolare sarà condizione sufficiente per il rifacimento dello strato interessato il mancato rispetto di uno o più dei seguenti valori:

CARATTERISTICHE	Valori limite					
	Sottofondazione	Stabilizza-zione con calce e cemento	Fondazione in misto granulare non legato	Fondazione in misto granulare cementato	Fondazione riciclato a freddo con bitume schiumato	Fondazione riciclato a freddo con emulsione bituminosa
Spessore misurato (per ogni carota)	≥ 80% dello spessore di progetto					
Grado di addensamento	valori misurati ≥ 92%					

Portanza	valori misurati ≥ 80 % valori prescritti
----------	---

DETRAZIONI

Qualora sia possibile, a giudizio della D.L., accettare comunque la lavorazione anche se non pienamente rispondente ai requisiti previsti le opere verranno contabilizzate con detrazioni dall' 1% al 20% dell'importo delle opere per il mancato rispetto delle prescrizioni del C.S.A. a scomputo della minore vita utile della pavimentazione.

La detrazione verrà calcolata in percentuale dell'importo lordo del tratto di pavimentazione realizzata (prezzo lordo = fornitura e posa conglomerati bituminosi + eventuali sovrapprezzi) cui è riferito il certificato di prova o la verifica tecnica attestante la difformità (= valore misurato – valore prescritto) e calcolando la superficie realizzata fino ad un valore massimo definito dalla misura minima dei prelievi compresa nel capitolo “Controllo dei materiali e delle opere”.

La detrazione sarà applicata ogniquale volta sussista una difformità tra il valore misurato (nelle analisi dei campioni o in altre prove) e il valore prescritto dal C.S.A. e sarà proporzionale all'entità della difformità rispetto al valore prescritto.

In particolare per i seguenti valori prescritti la detrazione viene così determinata:

CARATTERISTICHE	Aliquota detrazione					
	Sottofondazio ne	Stabilizza- zione con calce e cemento	Fondazione in misto granulare non legato	Fondazione in misto granulare cementato	Fondazione riciclato a freddo con bitume schiumato	Fondazione riciclato a freddo con emulsione bituminosa
Spessore misurato (per ogni carota)	2,5% per ogni mm di materiale mancante					
% bitume (su ogni carota)	NP	NP	NP	NP	[(% bitume Rilevata – % bitume Prescritta) ² * 5] % da calcolare sia per carenza che per sovrabbondanza di bitume	
Modulo di rigidezza (u.m. = MPa)	NP	NP	NP	NP	[(Rigid. Rilevata – Rigid. Prescritta) / 200] ²	
Grado di addensamento	= 10% per 95% ≤ γ ≤ 98% = 20% per 92% ≤ γ ≤ 95%					
Portanza	= 10% per valori misurati > 90% valori prescritti = 20% per valori misurati = (80÷90)% valori prescritti					

Qualora su campioni relativi allo stesso tratto di pavimentazione si rilevassero più difformità (su parametri diversi) si applicherà la somma delle detrazioni previste fino ad un massimo del 20%.

L'importo della detrazione verrà dedotto dall'importo netto dello stato finale dei lavori in sede di Collaudo/Certificato di Regolare Esecuzione o, a scelta della Provincia dovrà essere versata dall'appaltatore alla stessa prima della sottoscrizione del Collaudo/Cre e dello svincolo delle cauzioni a garanzia.

Capo C) CONGLOMERATI BITUMINOSI

ART. 52 Qualità e provenienza dei materiali

I materiali da impiegare per l'esecuzione dei lavori di cui al presente Capitolato devono avere caratteristiche corrispondenti a quanto stabilito dalle leggi e regolamenti vigenti in materia e a quanto previsto nei successivi articoli.

Prima di iniziare i lavori, i materiali da impiegarsi dovranno essere sottoposti alla D.L. per le analisi e l'accettazione: nessun materiale potrà essere usato se non sarà stato preventivamente approvato.

I materiali proverranno da località e cave che l'Impresa riterrà di sua convenienza purché corrispondano ai requisiti sopra detti e a quelli successivamente specificati.

Malgrado l'accettazione dei materiali da parte della D.L. l'Impresa resta totalmente responsabile della riuscita delle opere. L'Impresa è obbligata a presentarsi in ogni momento alle prove dei materiali impiegati o da impiegare e ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori, dovrà collaborare per sottoporre ad analisi di laboratorio sia i campioni prelevati in cantiere che quelli prelevati allo stabilimento di produzione.

In conformità con quanto previsto dalla norma UNI EN 13108 – n2006 i conglomerati bituminosi utilizzati per l'esecuzione delle pavimentazioni oggetto del presente appalto dovranno essere possedere con decorrenza 01/03/2008 la marcatura CE.

ART. 53
Trattamenti coi conglomerati bituminosi

I trattamenti contemplati del presente Capitolato comprendono l'esecuzione delle operazioni sotto descritte. Detti interventi potranno essere preceduti, qualora necessario, dalla scarifica della pavimentazione esistente deteriorata, dal rifacimento dello strato di fondazione ed eventualmente anche di parte della sottofondazione e dalla formazione di drenaggi, secondo le previsioni progettuali e le disposizioni impartite di volta in volta dalla D.L.

In caso di presenza sulla pavimentazione di chiusini o forate metalliche, la messa in quota degli stessi dovrà avvenire: dopo la stesa dello strato di base o di collegamento (non finale) - prima della stesa dello strato di usura.

A) Conglomerato bituminoso per strati di base (Tout- venant bitumato)

A/1 STRATI DI BASE LEGATI SU FONDAZIONE IN MISTO GRANULARE NATURALE O CEMENTATO

- 1) pulizia e regolarizzazione del piano di posa;
- 2) spruzzatura di emulsione bituminosa
- 3) stesa con macchina vibrofinitrice di uno strato di conglomerato, nello spessore min. compresso di cm 8;
- 4) cilindatura con rullo idoneo.

A/2 PER RICARICA O RISAGOMATURA DI PAVIMENTAZIONI FORTEMENTE ONDULATE

Restano invariate le operazioni descritte al punto A/1 ad eccezione di spessore e quantitativo di conglomerato da stendere, che verranno stabiliti di volta in volta dalla D.L.

B) Conglomerato bituminoso per strati di collegamento o livellamento (Binder)

B/1 STRATI DI COLLEGAMENTO SU PREESISTENTE STRATO DI BASE BITUMATO A SUPERFICIE REGOLARE

- 1) accurata pulizia del piano di posa;
- 2) spruzzatura di emulsione bituminosa
- 3) stesa con macchina vibrofinitrice di uno strato di conglomerato, nello spessore minimo compresso previsto;
- 4) cilindatura con rullo idoneo.

B/2 STRATI DI RISAGOMATURA O CONSOLIDAMENTO DI PAVIMENTAZIONI ESISTENTI

Restano invariate le operazioni descritte al punto B/1, mentre lo spessore e il quantitativo di conglomerato da stendere, che verranno stabiliti di volta in volta dalla D.L.

C) Conglomerato bituminoso per strato di usura (Tappeto d'usura)

Formazione del nuovo manto su pavimentazioni preesistenti aventi superfici ancora sufficientemente regolare.

- 1) pulizia accurata con motospazzatrice del piano di posa;
- 2) spruzzatura di emulsione bituminosa
- 3) stesa con macchina vibrofinitrice di uno strato di conglomerato, nello spessore minimo compresso di cm 3;
- 4) idonea cilindatura con rullo a rapida inversione, in modo da realizzare l'addensamento prescritto.

Regolazione del traffico

Qualora si debba regolare la strada a senso unico alternato per realizzare le pavimentazioni, la lunghezza di lavorazione non dovrà superare i 500 m. Prima di riaprire le corsie pavimentate al traffico veicolare la pavimentazione deve essere raffreddata su tutto lo spessore, pena la formazione di solchi e cunette, ciò in special modo per i conglomerati realizzati con bitumi modificati tipo Splittmastix.

ART. 54
Conglomerato bituminoso tradizionale

I conglomerati bituminosi preconfezionati a caldo di cui al presente capitolo sono definiti dalle norme UNI EN 13108 – 1 e sono costituiti da aggregati lapidei di primo impiego o riciclaggio, bitume tradizionale semisolido e additivi.

Le caratteristiche del conglomerato sono così definite:

CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATI DI BASE
(BASE)

DESCRIZIONE

Lo strato di base è costituito da una miscela di inerti, additivi e bitume mescolati e stesi a caldo a caldo con macchina vibrofinitrice con spessori di posa compressi da 8 a 12 cm.

INERTI

Gli aggregati lapidei detti più semplicemente inerti formano lo scheletro degli strati costituenti la sovrastruttura stradale.

Gli inerti devono essere non gelivi, duri e durevoli, non possono contenere particelle friabili, organiche, argillose, limose soggette a rigonfiamenti. Devono rispettare la norma UNI EN 13043.

A1) *Aggregato grosso: $d > 2mm$ e $D < 45 mm$*

Sarà costituito da ghiaie naturali, ghiaie frantumate, pietrischetti e graniglie privi di elementi in fase di alterazione, polvere e materiali estranei. Qualunque sia la loro provenienza o natura petrografica, i materiali devono soddisfare i seguenti requisiti minimi:

Dimensione massima		40 mm
Requisiti di granulometria	UNI EN 13043 prosp.2	G _c 85/20
Percentuale di superfici frantumate	UNI EN 933-5	C _{50/30}
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	LA ₃₀
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	FI ₃₀
Resistenza al gelo disgelo	UNI EN 1367-1	F2
Affinità tra aggregato e bitume	EN 12697-11	>70% a 6 ore, >60% a 12 ore
Assorbimento acqua	EN 1097 - 6	WA ₂₄ 2

B1) Aggregato fine: D<2 mm d>0,063 mm

L'aggregato fine dovrà essere costituito prevalentemente da sabbia naturale o di frantumazione ottenuta da materiali di cava o di fiume e devono soddisfare i seguenti requisiti:

Requisiti di granulometria	UNI EN 13043 prospetto 2	G _F 85
Prova dell'equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	> 50 %
Passante allo 0.063	UNI EN 933-1	< 10 %

C) Aggregato filler

Gli additivi devono provenire dalla frantumazione di rocce calcaree oppure possono essere costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica e polvere di roccia asfaltica. Devono soddisfare i seguenti requisiti:

Passante al setaccio uni 0,125	> 85%	EN 13043 prospetto 24
Passante al setaccio uni 0,063	> 70%	EN 13043 prospetto 24

Qualora l'Impresa intenda impiegare fillers non contemplati nell'elenco sopra riportato, dovrà ottenere la preventiva autorizzazione della D.L., corredando la richiesta con il risultato delle prove e delle ricerche di laboratorio effettuate. Il rapporto filler/bitume sarà compreso tra 1,1 e 1,7.

IMPIEGO DI FRESATO BITUMINOSO

Per la realizzazione del conglomerato è possibile l'utilizzo di materiale fresato, proveniente da qualsiasi strato bitumato di pavimentazione stradale con le modalità prescritte dalla EN 13108-1 e alle seguenti condizioni:

- fresato derivante da qualsiasi strato di pavimentazioni bituminosa;
 - quantità di fresato non superiore al 30% della quantità totale degli aggregati;
 - pezzatura massima 31 mm selezionata tramite frantoio;
 - utilizzo di additivi ACF in misura del 3-5% sul bitume
 - il conglomerato finito dovrà rispondere agli stessi requisiti del conglomerato senza fresato di seguito descritti.
- L'impresa esecutrice dovrà dichiarare l'utilizzo del materiale fresato alla D.L. prima dell'inizio dei lavori nello STUDIO DELLA MISCELA da presentarsi obbligatoriamente.

LEGANTI

D) Bitume

Come legante deve essere impiegato bitume solido puro di penetrazione 50/70 o 70/100 a scelta della D.L., in funzione del volume e del tipo di traffico che percorre la strada e delle condizioni ambientali e stagionali. Di preferenza verrà utilizzato il bitume 50/70 per condizioni ambientali esistenti in pianura riservando l'uso del bitume 70/100 per strade di collina e montagna.

Nel caso di utilizzo di "fresato bituminoso", in relazione alla sua percentuale di impiego, il legante seguirà le prescrizioni riportate nella EN 13108-1. Il bitume deve sempre soddisfare le caratteristiche di accettazione previste dal CEN riportate nella tabella:

CARATTERISTICHE	normativa	TIPO DI BITUME			
		u.m.	35/50	50/70	70/100
Penetrazione a 25°C	EN 1426	mm/10	35/50	50/70	70/100
Punto di rammolimento (palla e anello)	EN 1427	°C	50-58	46-54	43-51
Punto di rottura (Fraass)	EN12593	°C	- 5	- 8	- 10
Solubilità in tricloroetilene	EN12592	%	99	99	99

Viscosità dinamica a 160°C	EN13072-2	Pa*s		> 0,15	> 0,10
<i>Resistenza all'invecchiamento dopo RTFOT EN 12607-1</i>					
Variazione di peso	EN 12607-1	%	< 0,50	< 0,50	< 0,80
Penetrazione residua a 25°C	EN 1426	%	> 53	> 50	> 46
Variazione massima del rammollimento	EN 1427	°C	< 11	< 11	< 11

E) Emulsione bituminosa

L'emulsione bituminosa deve essere impiegata per l'ancoraggio di un nuovo strato di conglomerato bituminoso sovrapposto alla superficie esistente al fine di impedire lo scorrimento relativo. Si utilizzerà per mano di attacco: emulsione cationica a rottura media al 55% di bitume residuo (EC M 55). L'emulsione dovrà rispondere ai seguenti requisiti di accettazione:

CARATTERISTICHE	normativa	u.m	valori
Polarità	EN 1430	-	Cationica
Contenuto di bitume + flussante	EN 1431	% peso	55 +/- 2
Contenuto d'acqua	CNR 101/84	% peso	45+/- 2
Contenuto di flussante	CNR 100/84	% peso	< 2
Viscosità Engler a 20 °C	EN 12846	° E	5 - 10
Indice di rottura	EN 13075-1	Classe	4
Valore di rottura		n° puro	70 - 130
Tendenza alla sedimentazione a 7gg	EN 12847	% peso	< 10
<i>Residuo bituminoso</i>			
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1429	mm/10	70-220
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	40-45

La quantità di emulsione da utilizzare è così stabilita:

mano di attacco - tra due strati di base o collegamento: 0,35 kg/mq di bitume residuo.

ADDITIVI

F) Attivante adesione

Nel confezionamento del conglomerato bituminoso dovrà essere impiegato attivante di adesione o altre sostanze chimiche per favorire l'adesione bitume-inerti e migliorare la durabilità all'acqua. Ciò risulta necessario quando gli inerti sono di natura silicea, mentre solo se l'inerte è di natura calcarea, si potrà ometterne l'uso.

Il dosaggio dovrà variare secondo le caratteristiche d'impiego, della natura degli inerti lapidei e sarà compreso in genere tra lo 0,2%-0,4% sul peso del legante bituminoso.

L'impresa esecutrice dovrà scegliere il tipo e il dosaggio di additivo in modo da garantire le caratteristiche di resistenza allo spogliamento degli inerti e di durabilità all'azione dell'acqua del conglomerato (Perdita di stabilità o la Perdita di resistenza a trazione indiretta dopo immersione in acqua) previste nelle tabelle dei requisiti .

L'attivante dovrà, sulla base di prove comparative effettuate presso i laboratori autorizzati, conservare le proprie caratteristiche chimiche-fisiche anche dopo stoccaggio prolungato a temperature elevate, in particolare resistere alla temperatura di oltre 180°C senza perdere più del 20% delle sue proprietà chimiche-fisiche.

Il requisito primario richiesto risulta la "Perdita di stabilità o la Perdita di resistenza a trazione indiretta dopo immersione in acqua" da misurarsi nell'ambito delle Prove Marshall o volumetriche.

La presenza degli attivanti d'adesione, in subordine, potrà essere accertata sia su un campione di inerti e legante bituminoso in stoccaggio, sia sul conglomerato bituminoso in posa d'opera o dopo diverso tempo su un carotaggio mediante prova di affinità bitume additivato/inerte prevista dalla UNI EN 12697-11.

G) Attivanti di rigenerazione

Gli attivanti di rigenerazione definiti come ACF sono composti da utilizzare sempre nelle lavorazioni in cui si reimpiegano materiali fresati. Devono avere caratteristiche tali da modificare e migliorare le proprietà di adesione, suscettibilità termica, coesione, viscosità e resistenza all'invecchiamento del legante totale vecchio + nuovo. Per rigenerare le caratteristiche del bitume invecchiato dovranno essere impiegati attivanti chimici funzionali che devono avere le caratteristiche chimico-fisiche sotto riportate:

CARATTERISTICHE	normativa	u.m.	valore
Densità a 25°C	ASTM D – 1298		0,900 - 0,950
Punto di infiammabilità v.a.	ASTM D – 92	°C	200
Viscosità dinamica a 160°C, $\gamma=10s^{-1}$	SNV 671908/74	Pa s	0,03 - 0,05

Solubilità in tricloroetilene	ASTM D – 2042	% in peso	99,5
Numero di neutralizzazione	IP 213	mg/KOH/g	1,5 - 2,5
Contenuto di acqua	ASTM D – 95	% in volume	1
Contenuto di azoto	ASTM D – 3228	% in peso	0,8 - 1,0

Il dosaggio di ACF varia in funzione della percentuale di conglomerato riciclato e delle caratteristiche del bitume in esso contenuto ed è da calcolarsi in funzione della percentuale teorica del bitume nuovo da aggiungere. Indicativamente possono essere utilizzate percentuali variabili tra lo 0,2 e 0,8 in peso sul bitume nuovo aggiunto.

L'immissione degli attivanti nel bitume deve essere realizzata con attrezzature idonee, tali da garantire l'esatto dosaggio e la loro perfetta dispersione nel legante bituminoso.

I prodotti devono essere approvati dalla D.L. sulla base di specifiche prove eseguite in Laboratori accreditati. La presenza degli attivanti nel bitume viene accertata mediante la prova di separazione cromatografica su strato sottile (Prova colorimetrica).

MISCELA

Le miscele degli inerti impiegati per il confezionamento dei conglomerati devono avere composizione granulometrica costituita da una curva continua compresa nei seguenti limiti nonché soddisfare i requisiti di seguito elencati:

FUSO	BASE 0 / 31.5
Serie EN	% di passante in peso
31,5	100
25,4	80 - 100
20	70 - 95
16	60 - 80
12,5	55 - 75
8	45 - 65
4	30 - 50
2	20 - 35
0,5	10 - 25
0,063	1 - 5
<i>Quantità bitume sul peso inerti</i>	3,50% - 5,00%
<i>Spessore cm min - max</i>	8 - 12

Il conglomerato ottenuto dovrà rispettare le proprietà fisiche-meccaniche di seguito riportate:

REQUISITI DEL CONGLOMERATO				
CARATTERISTICHE	normativa	u.m.	50/70	70/100
Temperatura conglomerato				
All 'impianto di produzione		°C	145 - 180	
Alla stesa, dietro finitrice		°C	> 135	
Metodo Marshall a 60° C, su provini costipati con 75 colpi per faccia				
Stabilità Marshall	EN 12697- 34	KN	≥8,00	≥8,00
Rigidezza Marshall	EN 12697- 34	KN/mm	2,50 - 5,50	2,50 - 5,50
Determinazione delle caratteristiche dei vuoti	EN 12697- 8	%	4 - 7	4 - 7
Perdita di stabilità dopo 15giorni di immersione in acqua	EN 12697-12	%	< 25	< 25
Metodo Volumetrico EN 12697- 31, pressione vert. kPa 600, angolo rot. 1,25°, velocità rot. 30giri/min, provino diam. 150mm				
Vuoti a 10 rotazioni N1	EN 12697- 8	%	11,00 – 15,00	
Vuoti a 100 rotazioni N2	EN 12697- 8	%	3,00 – 6,00	
Vuoti a 180 rotazioni N3	EN 12697- 8	%	> 2,00	
Resistenza a trazione indiretta a 25°C a N3	EN 12697- 31	N/mmq	0,72 – 1,40 GPa*10-3	
Coefficiente di trazione indiretta a 25°C a N3	EN 12697- 31	N/mmq	> 65 GPa*10-3	
Perdita di resistenza a trazione indiretta a N3 dopo 15giorni di immersione in acqua	EN 12697-12	%	< 30	
Caratteristiche conglomerato dopo la stesa e compattazione				

Massa vol. su carote rispetto campione Marshall		%	96	96
Regolarità superficiale: regolo di 4 m posto sulla superficie		Massimo scostamento dalla superficie finita pavimentazione = 10 mm		
Determinazione delle caratteristiche dei vuoti	EN 12697-8	%	Min. 3,00 – max 9,00	

L'Impresa è tenuta a presentare con congruo anticipo all'inizio dei lavori lo STUDIO DELLA MISCELA che intende adottare per ogni tipo di conglomerato bituminoso, composizione che naturalmente dovrà essere contenuta nei rispettivi limiti descritti precedentemente.

Prima di iniziare i lavori l'impresa dovrà presentare alla D.L. la documentazione in suo possesso relativa all'origine dei materiali utilizzati, la marcatura CE nonché la certificazione di marcatura CE dell'impianto che fornisce i conglomerati bituminosi.

CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATI DI COLLEGAMENTO O LIVELLAMENTO (BINDER)

DESCRIZIONE

Lo strato di collegamento è costituito da una miscela di inerti, additivi e bitume mescolati e stesi a caldo a caldo con macchina vibrofinitrice con spessore di posa compreso da 4 a 8 cm.

INERTI

Gli aggregati lapidei detti più semplicemente inerti formano lo scheletro degli strati costituenti la sovrastruttura stradale.

Gli inerti devono essere non gelivi, duri e durevoli, non possono contenere particelle friabili, organiche, argillose, limose soggette a rigonfiamenti.

Dovranno essere conformi alla norma UNI EN 13043 e ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante il rispetto della normativa stessa.

A2) Aggregato grosso: $d > 2\text{mm}$ e $D < 45\text{mm}$

Sarà costituito da ghiaie naturali, ghiaie frantumate, pietrischetti e graniglie privi di elementi in fase di alterazione, polvere e materiali estranei. Qualunque sia la loro provenienza o natura petrografica, i materiali devono soddisfare i seguenti requisiti minimi:

Dimensione massima		20 mm
Requisiti di granulometria	UNI EN 13043 prosp.2	$G_c 85/20$
Percentuale di superfici frantumate	UNI EN 933-5 prosp.9	$C_{50/10}$
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	LA_{30}
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-4	FI_{30}
Resistenza al gelo disgelo	UNI EN 1367-1	F1
Affinità ai leganti bituminosi	EN 12697-11	>75% a 6 ore, >65% a 12 ore
Assorbimento d'acqua	EN 1097- 6 punto 7	WA_{242}

B2) Aggregato fine: $D < 2\text{ mm}$ $d > 0,063\text{ mm}$

L'aggregato fine dovrà essere costituito prevalentemente da sabbia naturale o di frantumazione ottenuta da materiali di cava o di fiume e devono soddisfare i seguenti requisiti:

Requisiti di granulometria	UNI EN 13043 prosp. 2	$G_F 85$
Prova dell'equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	> 60 %
Passante allo 0.063	UNI EN 933-1	< 5 % (*)

(*) L'utilizzo di aggregati con contenuto di fini dal valore " f_5 " fino al valore " f_{10} " potrà essere autorizzato dalla D.L. previa richiesta.

C) Additivo minerale o "Filler"

Gli additivi devono provenire dalla frantumazione di rocce calcaree oppure possono essere costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica e polvere di roccia asfaltica. Devono soddisfare i seguenti requisiti:

Passante al setaccio uni 0,125	EN 13043 prospetto 24	> 85%
Passante al setaccio uni 0,063	EN 13043 prospetto 24	> 70%

Qualora l'Impresa intenda impiegare fillers non contemplati nell'elenco sopra riportato, dovrà ottenere la preventiva autorizzazione della D.L., corredando la richiesta con il risultato delle prove e delle ricerche di laboratorio effettuate. Il rapporto filler/bitume sarà compreso tra 1,1 e 1,7.

IMPIEGO DI FRESATO BITUMINOSO

Per la realizzazione del conglomerato è possibile l'utilizzo di materiale fresato proveniente da strato bitumato di pavimentazione stradale secondo le modalità della norma EN 13108-1e alle seguenti condizioni:

- fresato derivante da qualsiasi strato di pavimentazioni bituminosa;

- quantità di fresato non superiore al 15% della quantità totale degli aggregati;
- utilizzo di additivi ACF in misura del 2-4% sul bitume
- pezzatura massima 20 mm selezionata tramite frantoio;
- Il conglomerato finito dovrà rispondere agli stessi requisiti del conglomerato senza fresato di seguito descritti.

L'impresa esecutrice dovrà dichiarare l'utilizzo del materiale fresato alla D.L. prima dell'inizio dei lavori nello STUDIO DELLA MISCELA da presentarsi obbligatoriamente.

LEGANTI

D) Bitume

Vedasi le caratteristiche riportate nella tab. 1 alla voce "Conglomerato per strati di base".

E) Emulsione bituminosa

Vedasi le caratteristiche riportate alla voce "Conglomerato per strati di base".

ADDITIVI

H) Attivante adesione

Nel confezionamento del conglomerato bituminoso dovrà essere impiegato attivante di adesione o altre sostanze chimiche per favorire l'adesione bitume-inerti e migliorare la durabilità all'acqua. Ciò risulta necessario quando gli inerti sono di natura silicea, mentre se l'inerte è di natura calcarea, si potrà ometterne l'uso.

Il dosaggio dovrà variare secondo le caratteristiche d'impiego, della natura degli inerti lapidei e sarà compreso in genere tra lo 0,2%-0,4% sul peso del legante bituminoso.

L'impresa esecutrice dovrà scegliere il tipo e il dosaggio di additivo in modo da garantire le caratteristiche di resistenza allo spogliamento degli inerti e di durabilità all'azione dell'acqua del conglomerato (Perdita di stabilità o la Perdita di resistenza a trazione indiretta dopo immersione in acqua) previste nelle tabelle dei requisiti.

L'attivante dovrà sulla base di prove comparative effettuate presso i laboratori autorizzati, conservare le proprie caratteristiche chimiche-fisiche anche dopo stoccaggio prolungato a temperature elevate, in particolare resistere alla temperatura di oltre 180°C senza perdere più del 20% delle sue proprietà chimiche-fisiche.

Il requisito primario richiesto risulta la "Perdita di stabilità o la Perdita di resistenza a trazione indiretta dopo immersione in acqua" da misurarsi nell'ambito delle Prove Marshall o volumetriche.

La presenza degli attivanti d'adesione, in subordine, potrà essere accertata sia su un campione di inerti e legante bituminoso in stoccaggio, sia sul conglomerato bituminoso in posa d'opera o dopo diverso tempo su un carotaggio mediante prova di affinità bitume additivato/inerte prevista dalla UNI EN 12697-11.

I) Attivanti di rigenerazione

Gli attivanti di rigenerazione definiti come ACF sono composti da utilizzare sempre nelle lavorazioni in cui si reimpiegano materiali fresati. Devono avere caratteristiche tali da modificare e migliorare le proprietà di adesione, suscettibilità termica, coesione, viscosità e resistenza all'invecchiamento del legante totale vecchio + nuovo. Per rigenerare le caratteristiche del bitume invecchiato dovranno essere impiegati attivanti chimici funzionali che devono avere le caratteristiche chimico-fisiche sotto riportate:

CARATTERISTICHE	normativa	u.m.	valore
Densità a 25°C	ASTM D – 1298		0,900 - 0,950
Punto di infiammabilità v.a.	ASTM D – 92	°C	200
Viscosità dinamica a 160°C, $\gamma=10s^{-1}$	SNV 671908/74	Pa s	0,03 - 0,05
Solubilità in tricloroetilene	ASTM D – 2042	% in peso	99,5
Numero di neutralizzazione	IP 213	mg/KOH/g	1,5 - 2,5
Contenuto di acqua	ASTM D – 95	% in volume	1
Contenuto di azoto	ASTM D – 3228	% in peso	0,8 - 1,0

Il dosaggio di ACF varia in funzione della percentuale di conglomerato riciclato e delle caratteristiche del bitume in esso contenuto ed è da calcolarsi in funzione della percentuale teorica del bitume nuovo da aggiungere. Indicativamente possono essere utilizzate percentuali variabili tra lo 0,4% e 0,5% in peso sul bitume nuovo aggiunto, per ogni 10% di fresato impiegato.

L'immissione degli attivanti nel bitume deve essere realizzata con attrezzature idonee, tali da garantire l'esatto dosaggio e la loro perfetta dispersione nel legante bituminoso.

I prodotti devono essere approvati dalla D.L. sulla base di specifiche prove eseguite in Laboratori accreditati. La presenza degli attivanti nel bitume viene accertata mediante la prova di separazione cromatografica su strato sottile (Prova colorimetrica).

MISCELA

Le miscele degli inerti impiegati per il confezionamento dei conglomerati devono avere composizione granulometrica costituita da una curva continua compresa nei seguenti limiti di fuso nonché soddisfare i requisiti di seguito elencati:

FUSO	BINDER 0 / 20	BINDER 0 / 25
Serie EN	% di passante	% di passante
25,4		100
20	100	85 - 100
16	90 – 100	75 - 95
12,5	80 - 95	65 - 90
8	60 - 80	45 - 80
4	40 - 60	30 - 60
2	25 - 45	18 - 42
0,5	14 - 25	8 - 28
0,125	6 - 15	3 - 12
0,063	2 - 7	2 - 7
Quantità di bitume sul peso inerti secchi	4,50% - 6,00%	4,00% - 5,50%
Spessore min - max	4 - 6	5 - 8

Di norma dovrà essere impiegato binder 0/20 di tipo chiuso per strati di livellamento - risagomatura con funzione anche di strato d'usura riservando l'uso del binder 0/25 all'utilizzo come strato di collegamento tra strato di base e strato d'usura.

Il conglomerato ottenuto dovrà rispettare le proprietà fisiche-meccaniche di seguito riportate:

REQUISITI DEL CONGLOMERATO				
Caratteristiche	normativa	u.m.	50/70	70/100
Temperatura conglomerato				
All 'impianto di produzione		°C	145 - 180	
Alla stesa, dietro finitrici		°C	> 135	
Prova Marshall EN 12697-34 a 60° C, su provini costipati con 75 colpi per faccia				
Stabilità Marshall	EN 12697-34	KN	≥ 9,00	≥ 9,00
Rigidezza Marshall	EN 12697-34	KN/mm	3,00 – 5,00	3,00 – 5,00
Determinazione delle caratteristiche dei vuoti	EN 12697-8	%	3 - 7	3 - 7
Perdita di stabilità dopo 15giorni di immersione in acqua	EN 12697-12	%	< 25	< 25
Resistenza a trazione Indiretta a 25°C (Brasiliana)	EN 12697-23	N/mmq	> 0,60	> 0,60
Perdita di Resistenza a trazione Indiretta a 25°C dopo 15giorni di immersione in acqua	EN 12697-12	N/mmq	< 25	< 25
Metodo Volumetrico EN 12697- 31, pressione vert. kPa 600, angolo rot. 1,25°, velocità rot. 30giri/min, provino diam. 150mm				
Vuoti a 10 rotazioni N1	EN 12697- 8	%	11,00 – 15,00	
Vuoti a 100 rotazioni N2	EN 12697- 8	%	3,00 – 6,00	
Vuoti a 180 rotazioni N3	EN 12697- 8	%	> 2,00	
Resistenza a trazione indiretta a 25°C a N3	EN 12697- 31	N/mmq	0,72 – 1,40 GPa*10-3	
Coefficiente di trazione indiretta a 25°C a N3	EN 12697- 31	N/mmq	> 65 GPa*10-3	
Perdita di resistenza a trazione indiretta a N3 dopo 15giorni di immersione in acqua	EN 12697-12	%	< 25	
Caratteristiche conglomerato dopo la stesa e compattazione				
Massa vol. su carote rispetto campione Marshall		%	97	97
Regolarità superficiale: regolo di 4 m posto sulla superficie		Massimo scostamento dalla superficie finita pavimentazione = 6 mm		

Determinazione delle caratteristiche dei vuoti residui	EN 12697-8	%	Min. 3,00 – max. 8,00 min3,00 – max 8,50 per pendenza strada >6%
--	------------	---	--

L'Impresa è tenuta a presentare con congruo anticipo all'inizio dei lavori lo STUDIO DELLA MISCELA che intende adottare per ogni tipo di conglomerato bituminoso, composizione che dovrà essere contenuta nei rispettivi limiti descritti precedentemente.

Prima di iniziare i lavori l'impresa dovrà presentare alla D.L. la documentazione relativa all'origine dei materiali utilizzati, la marcatura CE nonché la certificazione di marcatura CE dell'impianto che fornisce i conglomerati bituminosi.

CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATI DI USURA (USURA)

DESCRIZIONE

Lo strato di usura è costituito da una miscela di inerti, additivi e bitume mescolati e stesi a caldo a caldo con macchina vibrofinitrice con spessore di posa compresso da 3 a 5 cm.

Spessori inferiori saranno consentiti solo per particolari applicazioni (ad es. per strati di livellamento intermedi) e con adeguate scelte del fuso granulometrico.

INERTI

Gli aggregati lapidei detti anche inerti formano lo scheletro degli strati costituenti la sovrastruttura stradale.

Gli inerti devono essere non gelivi, duri e durevoli, non possono contenere particelle friabili, organiche, argillose, limose soggette a rigonfiamenti. Devono rispettare quanto definito dalla UNI EN 13043.

A3) *Aggregato grosso: d> 2mm e D<45 mm*

Sarà costituito esclusivamente da elementi di frantumazione o naturali a spigoli vivi, privi di elementi in fase di alterazione, polvere, materiali estranei. Qualunque sia la loro provenienza o natura petrografica, i materiali devono soddisfare i seguenti requisiti minimi:

		USURA 1 categoria	USURA 2 categoria
Dimensione massima		16 mm	16 mm
Requisiti di granulometria	UNI EN 13043 prosp. 2	G _c 90/10	G _c 90/20
Percentuale di superfici frantumate	UNI EN 933-5	C _{100/0}	C _{100/0}
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	LA ₂₃	LA ₂₅
Resistenza alla levigazione	UNI EN 1097-8	PSV ₄₄	PSV ₄₂
Indice di forma	UNI EN 933 - 3	FI ₂₀	FI ₂₀
Resistenza al gelo disgelo	UNI EN 1367-1	F1	F1
Affinità ai leganti bituminosi	EN 12697-11	>80% a 6 ore, >75% a 12 ore	>80% a 6 ore, >75% a 12 ore
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	WA ₂₄ 2	WA ₂₄ 2

B3) *Aggregato fine: passante al 2 mm e trattenuto allo 0,063 mm*

L'aggregato fine dovrà essere costituito prevalentemente da sabbia naturale o di frantumazione ottenuta da materiali di cava o di fiume e devono corrispondere ai seguenti requisiti :

Requisiti di granulometria	UNI EN 13043 prospetto 2	G _F 85
Prova dell'equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	> 70 %
Contenuto di fini	UNI EN 13043 prospetto 5	f ₅

C) *Additivo minerale o "Filler"*

Gli additivi devono provenire dalla frantumazione di rocce calcaree oppure possono essere costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica e polvere di roccia asfaltica. Devono soddisfare i seguenti requisiti:

Passante al setaccio uni 0,125	> 85%	EN 13043 prospetto 24
Passante al setaccio uni 0,063	> 70%	EN 13043 prospetto 24

Qualora l'Impresa intenda impiegare fillers non contemplati nell'elenco sopra riportato, dovrà ottenere la preventiva autorizzazione della D.L., corredando la richiesta con il risultato delle prove e delle ricerche di laboratorio effettuate. Il rapporto filler/bitume sarà compreso tra 1,1 e 1,7.

D) Argilla espansa (eventuale)

Ha la funzione di alleggerire la pavimentazione migliorandone nel contempo le caratteristiche di aderenza e di fonoassorbimento.

L'argilla espansa di tipo strutturale avrà pezzatura da 3 a 11mm con curva costante e risponderà ai seguenti requisiti:

Resistenza allo schiacciamento	> 27 daN/cm ²	UNI 7549/ parte 7
Coefficiente di Levigabilità accelerata CLA	> 45 %	UNI EN 1097-8
Trattenuto al crivello UNI 10 mm in peso	< 10%	
Passante al crivello UNI 3 mm in peso	< 10%	

Potrà essere utilizzata in Percentuale dal **9,00 - 12,00 %** sul peso inerti secchi .

Nel caso di utilizzo dovrà consentire le stesse prestazioni strutturali del tappeto con inerti normali mentre le caratteristiche di aderenza dovranno essere pari o superiori a quelle previste per i tappeti di 1 categoria.

La riduzione del livello sonoro (differenza letture fonometro pre/post stesa a 10 m max dalla strada) UNI –ISO 7188 dB (A) > 3

E) Fresato bituminoso

Per la realizzazione del conglomerato NON È CONSENTITO l'utilizzo, come aggregato grosso o fine, di materiale fresato proveniente da strati bitumati di pavimentazione stradale.

LEGANTI

D) Bitume

Vedasi le caratteristiche riportate nella tab1 alla voce "Conglomerato per strati di base".

In relazioni ad eventuali condizioni climatiche eccezionali (es. alte temperature esterne), la D.L. potrà consentire l'uso di bitume di classe 35/50.

E) Emulsione bituminosa

L'emulsione bituminosa deve essere impiegata per l'ancoraggio di un nuovo strato di conglomerato bituminoso sovrapposto alla superficie esistente al fine di impedire lo scorrimento relativo. Si utilizzerà per mano di attacco: emulsione CATIONICA a rottura media al 55% di bitume residuo (EC M 55).

L'emulsione dovrà rispondere ai seguenti requisiti di accettazione:

Caratteristiche	Normativa	u.m	Valori
Polarità	EN 1430	-	Cationica
Contenuto di bitume + flussante	EN 1431	% peso	55 +/- 2
Contenuto d'acqua	CNR 101/84	% peso	45 +/- 2
Viscosità Engler a 20 °C	EN 12846	° E	5 - 10
Indice di rottura	EN 13075-1	Classe	4
Valore di rottura		n° puro	70 - 130
Tendenza alla sedimentazione a 7gg	EN 12847	% peso	< 10
Residuo bituminoso			
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1429	mm/10	70-220
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	40-45

La quantità di emulsione da utilizzare è così stabilita:

tra strati di collegamento e tappeto d'usura: 0,35 kg/mq di bitume residuo.

ADDITIVI

F) Attivante adesione

Nel confezionamento del conglomerato bituminoso dovrà essere impiegato attivante di adesione o altre sostanze chimiche per favorire l'adesione bitume-inerti e migliorare la durabilità all'acqua. Ciò risulta necessario quando gli inerti sono di natura silicea, mentre se l'inerte è di natura calcarea, si potrà ometterne l'uso.

Il dosaggio dovrà variare secondo le caratteristiche d'impiego, della natura degli inerti lapidei e sarà compreso in genere tra lo 0,2%-0,4% sul peso del legante bituminoso.

L'impresa esecutrice dovrà scegliere il tipo e il dosaggio di additivo in modo da garantire le caratteristiche di resistenza allo spogliamento degli inerti e di durabilità all'azione dell'acqua del conglomerato (Valutazione dell'effetto dell'immersione in acqua) previste nelle tabelle dei requisiti .

L'attivante dovrà sulla base di prove comparative effettuate presso i laboratori autorizzati, conservare le proprie caratteristiche chimiche-fisiche anche dopo stoccaggio prolungato a temperature elevate, in particolare resistere alla temperatura di oltre 180°C senza perdere più del 20% delle sue proprietà chimiche-fisiche.

Il requisito primario richiesto risulta la "Perdita di stabilità o la Perdita di resistenza a trazione indiretta dopo immersione in acqua" da misurarsi nell'ambito delle Prove Marshall o volumetriche.

La presenza degli attivanti d'adesione, in subordine, potrà essere accertata sia su un campione di legante bituminoso in stoccaggio, sia sul conglomerato bituminoso in posa d'opera o dopo diverso tempo su un carotaggio campione mediante prova di affinità bitume additivato/inerte prevista dalla UNI EN 12697-11.

MISCELA

Le miscele degli inerti impiegati per il confezionamento dei conglomerati devono avere composizione granulometrica costituita da una curva continua compresa nei seguenti limiti nonché soddisfare i requisiti di seguito elencati:

FUSO	USURA 0 / 10	USURA 0 / 12.5	USURA 0 / 16
Serie EN			
16			100
12,5		100	90 - 100
10	100	90 - 100	80 - 90
8	90 - 100	80 - 95	70 - 85
4	45 - 65	53 - 75	43 - 65
2	28 - 45	34 - 53	25 - 45
0,5	17 - 28	15 - 25	15 - 28
0,125	6-13	5 - 15	5 - 12
0,063	4 - 9	4 - 9	4 - 9
Quantità di bitume sul peso inerti secchi	5,50% - 6,50%	5,25% - 6,25%	5,00% - 6,00%
Spessori cm min - max	2	2,5 - 3	4 - 5

Il conglomerato ottenuto dovrà rispettare le proprietà fisiche-meccaniche di seguito riportate:

REQUISITI DEL CONGLOMERATO				
CARATTERISTICHE	normativa	u.m.	50 / 70	70 / 100
Temperatura conglomerato				
All 'impianto di produzione		°C	145 - 180	
Alla stesa, dietro finitrice		°C	> 135	
Prova Marshall EN 12697-34 a 60° C, su provini costipati con 75 colpi per faccia				
Stabilità Marshall	EN 12697-34	KN	≥ 11,00	≥ 11,00
Rigidezza Marshall	EN 12697-34	KN/mm	3,00 – 5,00	3,00 – 5,00
Determinazione delle caratteristiche dei vuoti	EN 12697-8	%	3,00 – 6,00	3,00 – 6,00
Perdita di stabilità dopo 15giorni di immersione in acqua	EN 12697-12	%	< 20	< 20
Resistenza a trazione Indiretta a 25°C (Brasiliana)	EN 12697-23	N/mmq	> 0,70	> 0,70
Perdita di Resistenza a trazione Indiretta a 25°C dopo 15giorni di immersione in acqua	EN 12697-12	N/mmq	< 25	< 25
Metodo Volumetrico EN 12697- 31, pressione vert. kPa 600, angolo rot.1,25°, velocità rot. 30giri/min, provino diam.150mm				
Vuoti a 10 rotazioni N1	EN 12697- 8	%	11,00 – 15,00	
Vuoti a 120 rotazioni N2	EN 12697- 8	%	3,00 – 6,00	
Vuoti a 210 rotazioni N3	EN 12697- 8	%	> 2,00	
Resistenza a trazione indiretta a 25°C a N3	EN 12697- 31	N/mmq	0,72 - 1,40	
Coefficiente di trazione indiretta a 25°C a N3	EN 12697- 31	N/mmq	> 65	
Perdita di resistenza a trazione indiretta N3 a 25°C dopo 15giorni di immersione in acqua	EN 12697-12	%	< 20	
Caratteristiche conglomerato dopo la stesa e compattazione				
Massa vol. su carote rispetto campione Marshall			97%	97%

Regolarità superficiale: regolo di 4m posto sulla superficie		Massimo scostamento dalla superficie finita pavimentazione = 5 mm	
Coeff. Aderenza Trasversale a 15 –90 gg (Scrim)	CNR 147/92	CAT	tappeto 1 ^a cat. > 0,60 tappeto 2 ^a cat. > 0,55
Resistenza attrito radente a 15 – 90 gg (Skid-tester)	EN 13036-4	BPN	tappeto 1 ^a cat > 60 tappeto 2 ^a cat. > 55
Macrorugosità superficiale a 15 – 180 gg	CNR 94/83	HS	tappeto 1 ^a cat. > 0,60 tappeto 2 ^a cat. > 0,50
Determinazione delle caratteristiche dei vuoti (carota)	EN 12697-8	%	Min. 3,00 – max 7,00 Min. 3,00 – max 8,00 per pendenza strada >6%

L'Impresa è tenuta a presentare con congruo anticipo all'inizio dei lavori lo STUDIO DELLA MISCELA che intende adottare per ogni tipo di conglomerato bituminoso, composizione che naturalmente dovrà essere contenuta nei rispettivi limiti descritti precedentemente.

Prima di iniziare i lavori l'impresa dovrà presentare alla D.L. la documentazione relativa all'origine dei materiali utilizzati, la marcatura CE nonché la certificazione di marcatura CE dell'impianto che fornisce i conglomerati bituminosi.

ART. 55

Confezione, trasporto e posa dei conglomerati tradizionali

CONFEZIONE I conglomerati bituminosi dovranno essere confezionati mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche e mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni parte. La produzione non dovrà essere spinta oltre la potenzialità dell'impianto affinché sia garantito il perfetto essiccamento degli inerti, l'uniforme riscaldamento della miscela e la perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati.

L'impianto dovrà garantire uniformità di produzione e dovrà essere in grado di realizzare miscele del tutto corrispondenti a quelle proposte, il dosaggio dei componenti della miscela dovrà essere eseguito mediante idonea apparecchiatura la cui efficienza dovrà essere costantemente controllata. La D.L. si riserva l'approvazione dell'impiego di impianti continui (tipo drum mixer) valutando la tipologia proposta e comunque il dosaggio dei componenti della miscela dovrà essere eseguito a peso con idonee apparecchiature la cui efficienza dovrà essere costantemente controllata.

L'impianto deve assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione, nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

La zona destinata al deposito degli inerti dovrà essere convenientemente sistemata per eliminare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua, che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi devono essere separati tra loro e l'operazione di rifornimento dei predosatori deve essere eseguita con la massima cura. Il tempo di mescolazione effettivo sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto e dell'effettiva temperatura dei componenti la miscela, in modo da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante,

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione dovrà essere compresa fra 150°C e 180°C, quella del legante da 140°C a 170°C.

Per la verifica delle suddette temperature, gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti devono essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

TRASPORTO Il trasporto dell'impianto di confezione al cantiere e lo scarico dei materiali bituminosi devono essere eseguiti in modo da evitare alterazioni della loro regolarità ed uniformità; i mezzi di trasporto, di adeguata portata ed in numero sufficiente per alimentare con regolarità il cantiere, dovranno essere dotati di copertura per evitare raffreddamenti superficiali e formazione di crostoni. La durata del trasporto deve essere tale da garantire la temperatura minima del conglomerato alla stesa.

La distanza dell'unità produttiva potrà essere elemento discriminante per l'accettazione a priori del materiale da parte della D.L.

POSA IN OPERA Il conglomerato bituminoso confezionato sarà steso sul piano sottostante solo dopo che la Direzione Lavori avrà accertato con esito favorevole la sua rispondenza nei valori di quota, sagoma e compattezza specificati nel progetto.

I lavori di stesa del manto stradale dovranno essere sospesi quando le condizioni meteorologiche ne compromettano la buona esecuzione e comunque per la stesa del tappeto d'usura quando la temperatura esterna risulta inferiore ai 6°C.

Prima della stesa sul piano di posa perfettamente pulito dovrà essere applicata al fine di garantire l'adesione tra le superfici una emulsione bituminosa d'ancoraggio o attacco; parimenti tutti i bordi e i margini comunque limitanti la pavimentazione e i suoi singoli rami (come, per es., i giunti in corrispondenza alle riprese di lavoro e ai cordoli laterali, alle bocchette dei servizi sotterranei, ecc.) devono essere spalmati con emulsione bituminosa, allo scopo di assicurare la perfetta impermeabilità e adesione delle parti.

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine, vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza dotate di automatismi di autolivellamento.

Dette finitrici devono comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi. La velocità di stesa dovrà essere mediamente compresa tra i 6 e i 7 metri/minuto.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, rilevata immediatamente dietro la finitrice, non deve risultare inferiore a 135°C.

Poiché la stesa di conglomerato deve essere immediatamente sospesa quando le condizioni meteorologiche possono pregiudicare la buona riuscita del lavoro le parti già stese eventualmente compromesse devono essere immediatamente rimosse e successivamente ricostruite a spese dell'Impresa.

GIUNTI Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali mediante affiancamento tempestivo e comunque entro la giornata di una strisciata alla precedente.

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

Se il bordo precedente risulta danneggiato o arrotondato si deve procedere al taglio in verticale con idonea attrezzatura.

Inoltre tutte le giunzioni dovranno essere battute e finite con gli appositi pestelli opportunamente scaldati.

COMPATTAZIONE La compattazione del conglomerato deve essere iniziata subito dopo la stesa e deve essere condotta a termine senza soluzione di continuità.

Il costipamento deve essere realizzato con rulli gommati o con rulli metallici a rapida inversione di marcia di idoneo peso e caratteristiche tecnologiche. Potrà essere utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche del peso minimo di 8 t per le operazioni di rifinitura dei giunti e le riprese. Per lo strato di base a discrezione della D.L. potranno essere utilizzati rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati.

Per evitare che il conglomerato bituminoso possa aderire al rullo, gommato o metallico, dovrà essere utilizzato un prodotto antistatico, una soluzione speciale che deve essere spruzzata direttamente in fase d'opera sui rulli compattatori.

La densità del conglomerato dopo la costipazione non dovrà avere un valore inferiore del 96% del provino Marshall per lo strato di base e del 97% per gli strati d'usura e binder.

La sagoma stradale, a posa avvenuta del conglomerato bituminoso di collegamento e/o di usura, sia in rettilineo che in curva, dovrà essere secondo le indicazioni della D.L.

In ogni caso dovrà essere garantito il regolare deflusso delle acque meteoriche sulla sede stradale.

ART. 56

Conglomerato bituminoso migliorato con bitume modificato

Il conglomerato bituminoso preconfezionato a caldo di cui al presente capitolo è definito dalle norme UNI EN 13108 – 1, titolo PA ed è costituito da aggregati lapidei di primo impiego o riciclaggio, chiuso, composto da una curva granulometriche uguali a quelle dei conglomerati tradizionali con aggiunta di bitume modificato e additivi.

Ha la funzione di migliorare le caratteristiche dei conglomerati tradizionali di base, binder ed usura ai quali è sostituito il bitume normale con idoneo bitume modificato con polimeri.

Tale modifica consente di accrescere la capacità portante (nei conglomerati di base e di collegamento) e migliorare il comportamento a fatica della pavimentazione aumentandone la vita utile.

Modalità di produzione e posa sono le medesime ma la temperatura di lavorazione e stesa deve essere aumentata di circa 10°C rispetto ai conglomerati tradizionali.

INERTI

Gli inerti devono essere non gelivi, duri e durevoli, non possono contenere particelle friabili, organiche, argillose, limose soggette a rigonfiamenti. Devono rispettare quanto definito dalla norma UNI EN 13043.

A) *Aggregato grosso*

Vedasi le caratteristiche previste per i Conglomerati bituminosi.

B) *Aggregato fine*

Vedasi le caratteristiche previste per i Conglomerati Bituminosi.

C) *Additivo minerale o "Filler"*

Vedasi le caratteristiche previste per i Conglomerati Bituminosi.

D) *Argilla espansa (eventuale)*

Vedasi le caratteristiche previste per i Conglomerati Bituminosi.

E) *Fresato Bituminoso*

Per la realizzazione del conglomerato è possibile l'utilizzo di materiale fresato con i limiti e le condizioni previsti al capitolo del conglomerati bituminosi (art. 40 C.S.A) in particolare:

- strato di base: quantità di fresato non superiore al 30% della quantità totale degli aggregati;
- strato di collegamento: quantità di fresato non superiore al 20% della quantità totale degli aggregati;
- strato di usura: divieto di utilizzo;
- fresato derivante da qualsiasi strato di pavimentazioni bituminosa;
- utilizzo di additivi ACF in misura del 2 - 4% sul bitume (binder) o 3 - 5 % (base)
- pezzatura massima 20 mm (binder) o 31mm (base) selezionata tramite frantoio;

- il conglomerato finito dovrà rispondere agli stessi requisiti del conglomerato senza fresato di seguito descritti.

L'impresa esecutrice dovrà dichiarare l'utilizzo del materiale fresato alla D.L. prima dell'inizio dei lavori nello STUDIO DELLA MISCELA da presentarsi obbligatoriamente.

LEGANTI

D) Bitume modificato

Come legante deve essere impiegato bitume semisolido modificato con polimeri elastomerici e/o plastomerici che ne modificano la struttura chimica e le caratteristiche fisico-meccaniche con le caratteristiche specificate nella tabella di seguito riportata.

In funzione del tipo di pavimentazione e della tipologia di traffico si utilizzeranno bitumi modificati con penetrazione 50/70 e palla anello >65 o >60.

Il bitume 30/50 potrà essere utilizzato per conglomerati di base o di collegamento per pavimentazioni ad alto modulo sottoposte a traffico pesante.

CARATTERISTICHE	NORMATIVA	u.m.	TIPO DI BITUME EN 14023		
			30/50	50/70 a	50/70 b
Penetrazione a 25°C	EN 1426	mm/10	30/50	50/70	50/70
Punto di rammollimento (palla e anello)	EN 1427	°C	> 65	> 65	> 60
Punto di rottura (Fraass)	EN12593	°C	< - 8	< - 15	< - 12
Viscosità dinamica a 160°	EN13072-2	Pa*s	> 0, 40	> 0, 40	> 0, 25
Ritorno elastico a 25°C	EN13398	%	> 50	> 75	> 50
Stabilità allo stoccaggio 3gg a 180°C					
Differenza Penetrazione Punto rammollimento	EN13399	dmm °C	< 5	< 5	< 5
Resistenza all'invecchiamento dopo RTFOT EN 12607-1					
Penetrazione residua a 25°C	EN 1426	%	> 60	> 60	> 60
Variazione massima del rammollimento	EN 1427	°C	+/- 5	+/- 5	+/- 5

E) Emulsione bituminosa modificata per mano d'attacco

L'emulsione bituminosa deve essere impiegata per l'ancoraggio di un nuovo strato di conglomerato bituminoso sovrapposto alla superficie esistente al fine di impedire lo scorrimento relativo. Si utilizzerà per mano di attacco: emulsione cationica da bitume modificato a rottura rapida al 55% di bitume residuo (EC R 55 M).

L'emulsione dovrà rispondere ai seguenti requisiti di accettazione:

CARATTERISTICHE	normativa	u.m	valori
Polarità	EN 1430	-	Cationica
Contenuto di bitume + flussante	EN 1431	% peso	55 +/- 2
Contenuto d'acqua	EN 1428	% peso	45 +/- 2
Viscosità Engler a 20 °C	EN 12846	° E	5 - 10
Indice di rottura	EN 13075-1	Classe	3
Valore di rottura		n° puro	50 - 100
Tendenza alla sedimentazione a 7gg	EN 12847	% peso	< 10
Residuo bituminoso			
Penetrazione a 25°C	EN 1429	mm/10	50-70
Punto di rammollimento	EN 1427	°C	> 65
Ritorno elastico	EN 13398	%	> 75

La quantità di emulsione da utilizzare è così stabilita: tra strati di collegamento e tappeto d'usura: 0,35 kg/mq di bitume residuo.

ADDITIVI

G) Attivante adesione

Sono da aggiungere alla miscela con le modalità e caratteristiche riportate alla voce "Conglomerato per strati di base" con bitumi normali.

H) Attivanti rigenerazione bitume

Sono da aggiungere alla miscela in caso di utilizzo di "fresato" con le modalità e caratteristiche riportate alla voce "Conglomerato per strati di base" con bitumi normali.

MISCELA

In merito ai fusi granulometrici da utilizzare: vedasi le caratteristiche previste per i Conglomerati Bituminosi con bitumi normali.

CONGLOMERATO BITUMINOSO MIGLIORATO PER STRATI DI BASE (BASE)

Il conglomerato ottenuto dovrà rispettare le proprietà fisiche-meccaniche di seguito riportate:

REQUISITI DEL CONGLOMERATO				
	Normativa	u.m.		
Temperatura conglomerato				
All 'impianto di produzione		°C	150 - 180	
Alla stesa, dietro finitrice		°C	> 150	
Prova Marshall EN 12697-34 a 60° C, su provini costipati con 75 colpi per faccia				
Tipo di bitume contenuto			30 / 50	50 / 70
Stabilità Marshall	EN 12697-34	KN	≥ 10,00	≥ 9,00
Rigidezza Marshall	EN 12697-34	KN/mm	3,00 – 5,00	2,50 – 5,00
Determinazione delle caratteristiche dei vuoti	EN 12697-8	%	4,00 – 7,00	4,00 – 7,00
Prova di resistenza a trazione indiretta	EN 12697-23	N/mmq	> 0,70	> 0,70
Perdita di Resistenza a trazione Indiretta a 25°C dopo 15giorni di immersione in acqua	EN 12697-12	%	< 30	< 30
Metodo Volumetrico EN 12697- 31, pressione vert. kPa 600, angolo rot. 1,25°, velocità rot. 30giri/min, provino diam. 150mm				
Vuoti a 10 rotazioni N1	EN 12697- 8	%	11,00 – 15,00	
Vuoti a 120 rotazioni N2	EN 12697- 8	%	3,00 – 6,00	
Vuoti a 200 rotazioni N3	EN 12697- 8	%	> 2,00	
Resistenza a trazione indiretta a 25°C a N3	EN 12697- 31	N/mmq	0,95 – 1,70 GPa*10-3	
Coefficiente di trazione indiretta a 25°C a N3	EN 12697- 31	N/mmq	> 75 GPa*10-3	
Perdita di Resistenza a trazione Indiretta N3 a 25°C dopo 15giorni di immersione in acqua	EN 12697-12	%	< 25	
Caratteristiche conglomerato dopo la stesa e la compattazione				
Massa vol. su carote rispetto campione Marshall	CNR 40/73		96%	96%
Regolarità superficiale: regolo di 4m posto sulla superficie		Massimo scostamento dalla superficie finita pavimentazione = 10 mm		
Determinazione delle caratteristiche dei vuoti (carota)	EN 12697-8	%	Min. 3,00 – max 9,00	

L'Impresa è tenuta a presentare con congruo anticipo all'inizio dei lavori lo STUDIO DELLA MISCELA che intende adottare per ogni tipo di conglomerato bituminoso, composizione che naturalmente dovrà essere contenuta nei rispettivi limiti descritti precedentemente.

CONGLOMERATO BITUMINOSO MIGLIORATO PER STRATI DI COLLEGAMENTO O LIVELLAMENTO (BINDER)

Il conglomerato ottenuto dovrà rispettare le proprietà fisiche-meccaniche di seguito riportate:

REQUISITI DEL CONGLOMERATO				
	normativa	u.m.		
<i>Temperatura conglomerato</i>				

All 'impianto di produzione		°C	150 - 180	
Alla stesa, dietro finitrice		°C	> 150	
Prova Marshall EN 12697-34 a 60° C, su provini costipati con 75 colpi per faccia				
Tipo di bitume contenuto			30 / 50	50 / 70
Stabilità Marshall	EN 12697-34	KN	≥ 10,00	≥ 11,00
Rigidezza Marshall	EN 12697-34	KN/mm	3,00 – 5,00	3,00 – 5,00
Determinazione delle caratteristiche dei vuoti	EN 12697-8	%	3,00 – 7,00	3,00 – 7,00
Perdita di Resistenza a trazione Indiretta a 25°C dopo 15giorni di immersione in acqua	EN 12697-12	%	< 25	< 25
Metodo Volumetrico EN 12697- 31, pressione vert. kPa 600, angolo rot. 1,25°, velocità rot. 30giri/min, provino diam. 150mm				
Vuoti a 10 rotazioni N1	EN 12697- 8	%	11,00 – 15,00	
Vuoti a 120 rotazioni N2	EN 12697- 8	%	3,00 – 6,00	
Vuoti a 200 rotazioni N3	EN 12697- 8	%	> 2,00	
Resistenza a trazione indiretta a 25°C a N3	EN 12697- 31	N/mmq	0,95 – 1,70 GPa*10-3	
Coefficiente di trazione indiretta a 25°C a N3	EN 12697- 31	N/mmq	> 75 GPa*10-3	
Perdita di Resistenza a trazione Indiretta N3 a 25°C dopo 15giorni di immersione in acqua	EN 12697-12	%	< 25	
Caratteristiche conglomerato dopo la stesa e la compattazione				
Massa vol. su carote rispetto campione Marshall	CNR 40/73		97%	97%
Regolarità superficiale: regolo di 4m posto sulla superficie		Massimo scostamento dalla superficie finita pavimentazione = 6 mm		
Determinazione delle caratteristiche dei vuoti residui	EN 12697-8	%	min 3,00 – max 8,00 3,00 - 8,50 per pendenza strada >6%	

L'Impresa è tenuta a presentare con congruo anticipo all'inizio dei lavori lo STUDIO DELLA MISCELA che intende adottare per ogni tipo di conglomerato bituminoso, composizione che naturalmente dovrà essere contenuta nei rispettivi limiti descritti precedentemente.

CONGLOMERATO BITUMINOSO MIGLIORATO PER STRATI DI USURA (USURA)

Il conglomerato ottenuto dovrà rispettare le proprietà fisiche-meccaniche di seguito riportate:

REQUISITI DEL CONGLOMERATO			
caratteristiche	normativa	u.m.	Bitume 50 / 70
<i>Temperatura conglomerato</i>			
All 'impianto di produzione		°C	150 - 180
Alla stesa, dietro finitrice		°C	> 150
Prova Marshall EN 12697-34 a 60° C, su provini costipati con 75 colpi per faccia			
Stabilità Marshall	EN 12697-34	KN	≥ 12,00
Rigidezza Marshall	EN 12697-34	KN/mm	3,00 – 5,00
Determinazione delle caratteristiche dei vuoti	EN 12697-8	%	3 - 6
Prova di resistenza a trazione indiretta	EN 12697-23	N/mm ²	> 0,90
Perdita di Resistenza a trazione Indiretta a 25°C dopo 15giorni di immersione in acqua	EN12697-12	%	< 25
Metodo Volumetrico EN 12697- 31, pressione vert. kPa 600, angolo rot.1,25°, velocità rot. 30giri/min, provino diam.150mm			
Vuoti a 10 rotazioni N1	EN 12697- 8	%	11,00 – 15,00

Vuoti a 140 rotazioni N2	EN 12697- 8	%	3,00 – 6,00
Vuoti a 230 rotazioni N3	EN 12697- 8	%	> 2,00
Resistenza a trazione indiretta a 25°C a N3	EN 12697- 31	N/mmq	0,95 – 1,70
Coefficiente di trazione indiretta a 25°C a N3	EN 12697- 31	N/mmq	> 75
Perdita di Resistenza a trazione Indiretta N3 a 25°C dopo 15giorni di immersione in acqua	EN 12697-12	%	< 25
Caratteristiche conglomerato finito dopo la stesa e la compattazione			
Massa vol. su carote rispetto campione Marshall	CNR 40/73	%	97
Coeff. Aderenza Trasversale 15–90 gg (Scrim)	CNR 147/92	CAT	tappeto 1 cat.> 0,60 tappeto 2 cat.> 0,55
Resistenza attrito radente 15–90 gg (Skid-tester)	EN 13036-4	BPN	tappeto 1 cat. > 60 tappeto 2 cat. > 55
Macrorugosità superficiale 15–180 gg	CNR 94/83	HS	tappeto 1 cat.> 0,60 tappeto 2 cat.> 0,50
Regolarità superficiale: regolo di 4m posto sulla superficie		Massimo scostamento dalla superficie finita pavimentazione = 5 mm	
Determinazione delle caratteristiche dei vuoti residui	EN 12697-8	%	min. 3,00 – max. 7,00 min.3,00 – max.8,00, per pendenza strada >6%

L'Impresa è tenuta a presentare con congruo anticipo all'inizio dei lavori la COMPOSIZIONE DELLA MISCELA che intende adottare per ogni tipo di conglomerato bituminoso, composizione che naturalmente dovrà essere contenuta nei rispettivi limiti descritti precedentemente.

CONFEZIONAMENTO DEI CONGLOMERATI BITUMINOSI

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi e automatizzati approvati dalla Direzione Lavori, d'idonee caratteristiche, mantenuti perfettamente funzionanti con una costante e mirata manutenzione.

L'impianto deve essere di potenzialità produttiva proporzionata alle esigenze di produzione, deve inoltre garantire uniformità del prodotto ed essere in grado di produrre miscele rispondenti alle specifiche del progetto. La D.L potrà approvare l'utilizzo d'impianti in continuo (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti della miscela possa essere costantemente controllato.

Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che degli eventuali additivi.

Nella zona di stoccaggio degli inerti non vi sarà presenza di argille e/o ristagni d'acqua che possano compromettere la pulizia degli aggregati. I cumuli delle diverse classi dovranno essere distinti.

Il bitume modificato, se non usato subito, deve essere stoccato in cisterne riscaldate e dotate di impianti di agitazione e ricircolo.

La temperatura del legante bituminoso modificato al momento della miscelazione deve essere costante e compresa tra i 150°C e i 170°C, come lo deve essere quella degli inerti lapidei compresa tra i 160°C - 180°C. Per la verifica delle temperature gli essiccatori, le caldaie, i serbatoi e le tramogge degli impianti devono essere muniti di termometri fissi funzionanti e tarati. L'umidità residua degli inerti lapidei dopo l'uscita dall'essiccatore non deve superare lo 0,50 % in peso.

Il trasporto deve avvenire con un numero sufficiente di mezzi di trasporto atti ad assicurare un'alimentazione regolare del cantiere, dotati di teloni di copertura e con distanza di percorrenza che garantisca la temperatura alla stesa non inferiore a 150°C.

POSA IN OPERA

Il conglomerato bituminoso confezionato sarà steso sul piano sottostante solo dopo che la Direzione Lavori avrà accertato con esito favorevole la sua rispondenza nei valori di quota, sagoma e compattezza specificati nel progetto.

I lavori di stesa del manto stradale dovranno essere sospesi quando le condizioni meteorologiche ne compromettano la buona esecuzione e comunque per la stesa del Tappeto d'usura quando la temperatura esterna risulta inferiore ai 6°C.

MANO D'ATTACCO Prima di iniziare la stesa del conglomerato è necessario provvedere alla stesa della mano di attacco realizzata

ART. 57

Conglomerato bituminoso migliorato ad alto modulo

Il conglomerato bituminoso preconfezionato a caldo di cui al presente capitolo è definito dalle norme UNI EN 13108 – 1, titolo PA ed è costituito da aggregati lapidei di primo impiego o riciclaggio, chiuso, composto da una curva granulometriche uguali a quelle dei conglomerati tradizionali con aggiunta di bitume modificato a bassa penetrazione e additivi.

Ha la funzione di migliorare le caratteristiche dei conglomerati tradizionali di base, binder ed usura ai quali è sostituito il bitume normale con idoneo bitume modificato con polimeri a bassissima penetrazione.

La modifica del bitume e la scelta di curve granulometriche diverse da quelle dei conglomerati tradizionali consentono di aumentare la rigidità della pavimentazione accrescendo la capacità portante (nei conglomerati di base e di collegamento) e migliorando il comportamento a fatica della pavimentazione aumentandone la vita utile.

Le modalità di produzione e posa sono simili, in particolare la temperatura di lavorazione e stesa deve essere aumentata di circa 10°C rispetto ai conglomerati tradizionali.

INERTI

Gli inerti devono essere non gelivi, duri e durevoli, non possono contenere particelle friabili, organiche, argillose, limose soggette a rigonfiamenti. Devono rispettare quanto definito dalla norma UNI EN 13043.

A) Aggregato grosso

Vedasi le caratteristiche previste.

B) Aggregato fine

Vedasi le caratteristiche previste.

C) Additivo minerale o "Filler"

Vedasi le caratteristiche previste.

LEGANTI

D) Bitume

Come legante deve essere impiegato bitume semisolido modificato con polimeri elastomerici e/o plastomerici che ne modificano la struttura chimica e le caratteristiche fisico-meccaniche con le caratteristiche specificate nella tabella di seguito riportata.

CARATTERISTICHE			TIPO DI BITUME EN 14023	
			10/30	30/50
	NORMATIVA	u.m.		
Penetrazione a 25°C	EN 1426	mm/10	10/30	30/50
Punto di rammollimento (palla e anello)	EN 1427	°C	> 70	> 65
Punto di rottura (Fraass)	EN12593	°C	< - 6	< - 8
Viscosità dinamica a 160°	EN13072-2	Pa*s	> 0, 60	> 0, 40
Ritorno elastico a 25°C	EN13398	%	> 50	> 50
Stabilità allo stoccaggio 3gg a 180°C				
Differenza Penetrazione Punto rammollimento	EN13399	dmm °C	< 5	< 5
Resistenza all'invecchiamento dopo RTFOT EN 12607-1				
Penetrazione residua a 25°C	EN 1426	%	> 60	> 60
Variazione massima del rammollimento	EN 1427	°C	+/- 5	+/- 5

Come legante deve essere impiegato bitume di penetrazione 10/30 o 30/50 a scelta della D.L., in funzione del volume e del tipo di traffico che percorre la strada e delle condizioni ambientali e stagionali. Di preferenza verrà utilizzato il bitume 10/30 per strati di base e di collegamento sotto traffico molto pesante e lento.

E) Emulsione bituminosa modificata per mano d'attacco

L'emulsione bituminosa deve essere impiegata per l'ancoraggio di un nuovo strato di conglomerato bituminoso sovrapposto alla superficie esistente al fine di impedire lo scorrimento relativo. Si utilizzerà per mano di attacco: emulsione cationica da bitume modificato a rottura rapida al 55% di bitume residuo (EC R 55 M).

L'emulsione dovrà rispondere ai seguenti requisiti di accettazione:

CARATTERISTICHE	normativa	u.m	valori
Polarità	EN 1430	-	Cationica
Contenuto di bitume + flussante	EN 1431	% peso	55 +/- 2
Contenuto d'acqua	EN 1428	% peso	45 +/- 2
Viscosità Engler a 20 °C	EN 12846	° E	5 - 10
Indice di rottura	EN 13075-1	Classe	3
Valore di rottura		n° puro	50 - 100
Tendenza alla sedimentazione a 7gg	EN 12847	% peso	< 10
Residuo bituminoso			
Penetrazione a 25°C	EN 1429	mm/10	50-70
Punto di rammollimento	EN 1427	°C	> 65
Ritorno elastico	EN 13398	%	> 75

La quantità di emulsione da utilizzare è così stabilita: tra strati di collegamento e tappeto d'usura: 0,35 kg/mq di bitume residuo.

ADDITIVI

1) Attivante adesione

Sono da aggiungere alla miscela con le modalità e caratteristiche riportate alla voce "Conglomerato per strati di base" con bitumi normali.

IMPIEGO DI FRESATO BITUMINOSO

Per la realizzazione del conglomerato non è possibile l'utilizzo di materiale fresato ;

CONGLOMERATO BITUMINOSO ALTO MODULO PER STRATI DI BASE (BASE)

DESCRIZIONE

Lo strato di base è costituito da una miscela di inerti, additivi e bitume mescolati e stesi a caldo a caldo con macchina vibrofinitrice con spessori di posa compresi da 8 a 12 cm.

INERTI

Gli aggregati lapidei detti più semplicemente inerti formano lo scheletro degli strati costituenti la sovrastruttura stradale.

Gli inerti devono essere non gelivi, duri e durevoli, non possono contenere particelle friabili, organiche, argillose, limose soggette a rigonfiamenti. Devono rispettare quanto definito dalla Direttiva 89/106/CEE recepita con D.P.R. 246/2003 e applicata con Decreto Min. Attività Produttive del 7/4/2004 che definisce per gli aggregati per conglomerati bituminosi l'impiego della norma UNI EN 13043:2004.

A1) Aggregato grosso: $d > 2\text{ mm}$ e $D < 45\text{ mm}$

Sarà costituito da elementi frantumati ghiaie, pietrischetti e graniglie privi di elementi in fase di alterazione, polvere e materiali estranei. Qualunque sia la loro provenienza o natura petrografica, i materiali devono soddisfare i seguenti requisiti minimi:

Dimensione massima	30 mm		
Requisiti di granulometria	$G_c 85/20$	UNI EN 13043 prosp.2	
Percentuale di superfici frantumate	$C_{100/0}$	UNI EN 933-5	Per inerti con $d \geq 4\text{ mm}$
Resistenza alla frammentazione	LA_{22}	UNI EN 1097-2	
Coefficiente di appiattimento	FI_{30}	UNI EN 933-3	
Resistenza al gelo disgelo	$\square S_{LA30}$	UNI EN 1367-1	
Spogliamento in acqua	< 5%	CNR 138/1992	accettate entrambe le modalità di prova
Affinità tra aggregato e bitume		EN 12697-11	

B1) Aggregato fine: $D < 2\text{ mm}$ e $d > 0,063\text{ mm}$

L'aggregato fine dovrà essere costituito prevalentemente da sabbia naturale o di frantumazione ottenuta da materiali di cava o di fiume e devono soddisfare i seguenti requisiti:

prova al blu di metilene	MBF < 10	UNI EN 933-8
Prova dell'equivalente in sabbia	> 70 %	UNI EN 933-8

A) Aggregato filler

Gli additivi devono provenire dalla frantumazione di rocce calcaree oppure possono essere costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica e polvere di roccia asfaltica. Devono soddisfare i seguenti requisiti:

Passante al setaccio uni 0,125	> 85%	EN 13043 prospetto 24
Passante al setaccio uni 0,063	> 70%	EN 13043 prospetto 24

Qualora l'Impresa intenda impiegare fillers non contemplati nell'elenco sopra riportato, dovrà ottenere la preventiva autorizzazione della D.L., corredando la richiesta con il risultato delle prove e delle ricerche di laboratorio effettuate. Il rapporto filler/bitume sarà compreso tra 1,1 e 1,7.

MISCELA

Le miscele degli inerti impiegati per il confezionamento dei conglomerati devono avere composizione granulometrica costituita da una curva continua compresa nei seguenti limiti e contenuta nei fusi riportati alle pagine allegate al termine del presente capitolato speciale nonché soddisfare i requisiti di seguito elencati:

FUSO	BASE A.M. 0 / 30
Crivelli e setacci UNI	% di passante
30	100
20	80 - 100
15	60 - 85
10	40 - 65
5	30 - 50
2	20 - 36
0,42	12 - 20
0,18	8 - 15
0,075	6 - 12
Quantità di bitume sul peso inerti secchi	4,80% - 6,00%

REQUISITI DEL CONGLOMERATO				
Tipo di bitume contenuto	Normativa	u.m.		
Temperatura conglomerato				
All 'impianto di produzione		°C	150 - 180	
Alla stesa, dietro finitrice		°C	> 150	
Prova Marshall EN 12697-34 a 60° C, su provini costipati con 75 colpi per faccia				
Stabilità Marshall	EN 12697-34	KN	≥ 17,00	
Rigidezza Marshall	EN 12697-34	KN/mm	≥3,00	
Determinazione delle caratteristiche dei vuoti	EN 12697-8	%	1,00 – 4,00	
Prova di resistenza a trazione indiretta	EN 12697-23	N/mmq	> 1,20	
Perdita di Resistenza a trazione Indiretta a 25°C dopo 15giorni di immersione in acqua Valutazione dell'effetto di immersione in acqua	EN 12697-12	%	< 25	
Caratteristiche conglomerato dopo la stesa e la compattazione				
Massa vol. su carote rispetto campione Marshall	CNR 40/73		96%	
Regolarità superficiale: regolo di 4m posto sulla superficie		Massimo scostamento dalla superficie finita pavimentazione = 10 mm		
Determinazione delle caratteristiche dei vuoti (carota)	EN 12697-8	%	Min 1,00 - max 5,00	

L'Impresa è tenuta a presentare con congruo anticipo all'inizio dei lavori lo STUDIO DELLA MISCELA che intende adottare per ogni tipo di conglomerato bituminoso, composizione che naturalmente dovrà essere contenuta nei rispettivi limiti descritti precedentemente.

CONGLOMERATO BITUMINOSO ALTO MODULO PER STRATI DI COLLEGAMENTO O LIVELLAMENTO (BINDER)

DESCRIZIONE

Lo strato di collegamento è costituito da una miscela di inerti, additivi e bitume mescolati e stesi a caldo a caldo con macchina vibrofinitrice con spessore di posa compreso da 5 a 7 cm.

INERTI

Gli aggregati lapidei detti più semplicemente inerti formano lo scheletro degli strati costituenti la sovrastruttura stradale.

Gli inerti devono essere non gelivi, duri e durevoli, non possono contenere particelle friabili, organiche, argillose, limose soggette a rigonfiamenti.

Devono rispettare quanto definito dalla Direttiva 89/106/CEE recepita con D.P.R. 246/2003 e applicata con Decreto Min. Attività Produttive del 7/4/2004 che definisce per gli aggregati per conglomerati bituminosi l'impiego della norma UNI EN 13043:2004.

A2) Aggregato grosso: $d > 2\text{mm}$ e $D < 45\text{mm}$

Sarà costituito da ghiaie naturali, ghiaie frantumate, pietrischetti e graniglie privi di elementi in fase di alterazione, polvere e materiali estranei. Qualunque sia la loro provenienza o natura petrografica, i materiali devono soddisfare i seguenti requisiti minimi:

Dimensione massima	30 mm		
Requisiti di granulometria	G_c 85/20	UNI EN 13043 prosp.2	
Percentuale di superfici frantumate	$C_{100/0}$	UNI EN 933-5 prosp.9	
Resistenza alla frammentazione	LA_{22}	UNI EN 1097-2	
Coefficiente di appiattimento	Fl_{30}	UNI EN 933-4	
Resistenza al gelo disgelo	$\square S_{LA30}$	UNI EN 1367-1	
Spogliamento in acqua (Affinità ai leganti bituminosi)	< 5%	CNR 138/1992 (EN 12697-11)	accettate entrambe le modalità di prova
Porosità	< 1,5%	CNR 65/1978	accettate entrambe
Assorbimento d'acqua	WA_{242}	EN 1097- 6 punto 7	le modalità di prova

B2) Aggregato fine: $D < 2\text{ mm}$ $d > 0,063\text{ mm}$

L'aggregato fine dovrà essere costituito prevalentemente da sabbia naturale o di frantumazione ottenuta da materiali di cava o di fiume e devono soddisfare i seguenti requisiti:

prova al blu di metilene	$MBF < 10$	UNI EN 933-8
Prova dell'equivalente in sabbia	> 70 %	UNI EN 933-8

C) Aggregato Filler

Gli additivi devono provenire dalla frantumazione di rocce calcaree oppure possono essere costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica e polvere di roccia asfaltica. Devono soddisfare i seguenti requisiti:

Passante al setaccio uni 0,125	> 85%	EN 13043 prospetto 24
Passante al setaccio uni 0,063	> 70%	EN 13043 prospetto 24

Qualora l'Impresa intenda impiegare fillers non contemplati nell'elenco sopra riportato, dovrà ottenere la preventiva autorizzazione della D.L., corredando la richiesta con il risultato delle prove e delle ricerche di laboratorio effettuate. Il rapporto filler/bitume sarà compreso tra 1,1 e 1,7.

MISCELA

Le miscele degli inerti impiegati per il confezionamento dei conglomerati devono avere composizione granulometrica costituita da una curva continua compresa nei seguenti limiti e contenuta nei fusi riportati alle pagine allegate al termine del presente capitolato speciale nonché soddisfare i requisiti di seguito elencati:

FUSO	BINDER A.M. 0 / 20
Crivelli e setacci UNI	% di passante
30	100
20	80 - 100
15	70 - 90
10	55 - 75
5	35 - 55
2	28 - 42
0,42	12 - 24
0,18	10 - 15
0,075	6 - 12
Quantità di bitume sul peso inerti secchi	5,20% - 6,50%

La quantità di Bitume, riferita al peso totale degli inerti secchi, variabile nell'intervallo 5,20 – 6,50 %, in ogni caso deve essere tale da conferire al conglomerato le proprietà fisiche-meccaniche sotto riportate, rilevate attraverso la prova Marshall eseguita secondo le Norme ASTM D 1559, a 60° C, su provini costipati con 75 colpi per faccia:

REQUISITI DEL CONGLOMERATO				
	normativa	u.m.		
<i>Prova Marshall EN 12697-34 a 60° C, su provini costipati con 75 colpi per faccia</i>				
Stabilità Marshall	EN 12697-34	KN	≥ 17,00	
Rigidezza Marshall	EN 12697-34	KN/mm	≥ 3,00	
Determinazione delle caratteristiche dei vuoti	EN 12697-8	%	1,00 – 4,00	
Prova di resistenza a trazione indiretta	EN 12697-23	N/mmq	> 1,00	
Perdita di Resistenza a trazione Indiretta a 25°C dopo 15 giorni di immersione in acqua	EN 12697-12	%	< 25	
Caratteristiche conglomerato dopo la stesa e la compattazione				
Massa vol. su carote rispetto campione Marshall	CNR 40/73		97%	
Regolarità superficiale: regolo di 4m posto sulla superficie			Massimo scostamento dalla superficie finita pavimentazione = 6 mm	
Determinazione delle caratteristiche dei vuoti residui	EN 12697-8	%	min 1,00 – max 5,00	

L'Impresa è tenuta a presentare con congruo anticipo all'inizio dei lavori lo STUDIO DELLA MISCELA che intende adottare per ogni tipo di conglomerato bituminoso, composizione che naturalmente dovrà essere contenuta nei rispettivi limiti descritti precedentemente.

CONGLOMERATO BITUMINOSO ALTO MODULO PER STRATI DI USURA (USURA)

DESCRIZIONE

Lo strato di usura è costituito da una miscela di inerti, additivi e bitume mescolati e stesi a caldo a caldo con macchina vibrofinitrice con spessore di posa compreso da 4 a 5 cm.

INERTI

Gli aggregati lapidei detti anche inerti formano lo scheletro degli strati costituenti la sovrastruttura stradale.

Gli inerti devono essere non gelivi, duri e durevoli, non possono contenere particelle friabili, organiche, argillose, limose soggette a rigonfiamenti. Devono rispettare quanto definito dalla Direttiva 89/106/CEE recepita con D.P.R. 246/2003 e applicata con Decreto Min. Attività Produttive del 7/4/2004 che definisce per gli aggregati per conglomerati bituminosi l'impiego della UNI EN 13043:2004.

A3) Aggregato grosso: d> 2mm e D<45 mm

Sarà costituito esclusivamente da elementi di frantumazione o naturali a spigoli vivi, privi di elementi in fase di alterazione, polvere, materiali estranei. Qualunque sia la loro provenienza o natura petrografica, i materiali devono soddisfare i seguenti requisiti minimi:

	Tappeto	
Dimensione massima	15 mm	
Requisiti di granulometria	G _c 90/10	UNI EN 13043 prosp. 2
Percentuale di superfici frantumate	C _{100/0}	UNI EN 933-5
Resistenza alla frammentazione	LA ₂₂	UNI EN 1097-2
Resistenza alla levigazione	PSV ₄₄	UNI EN 1097-8
Indice di forma	FI ₂₀	UNI EN 933-4
Resistenza al gelo disgelo	F1	UNI EN 1367-1
Spogliamento in acqua (Affinità ai leganti bituminosi)	0 %	CNR 138/1992 (EN 12697-11)
Porosità	< 1,5%	CNR 65/1978
Assorbimento d'acqua	WA ₂₄₂	UNI EN 1097-6

B3) Aggregato fine: passante al 2 mm e trattenuto allo 0,063 mm

L'aggregato fine dovrà essere costituito prevalentemente da sabbia naturale o di frantumazione ottenuta da materiali di cava o di fiume e devono corrispondere ai seguenti requisiti :

Requisiti di granulometria	G _F 85	UNI EN 13043 prospetto 2
Prova dell'equivalente in sabbia	> 70 %	UNI EN 933-8

C) *Aggregato filler*

Gli additivi devono provenire dalla frantumazione di rocce calcaree oppure possono essere costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica e polvere di roccia asfaltica. Devono soddisfare i seguenti requisiti:

Passante al setaccio uni 0,125	> 85%	EN 13043 prospetto 24
Passante al setaccio uni 0,063	> 70%	EN 13043 prospetto 24

Qualora l'Impresa intenda impiegare fillers non contemplati nell'elenco sopra riportato, dovrà ottenere la preventiva autorizzazione della D.L., corredando la richiesta con il risultato delle prove e delle ricerche di laboratorio effettuate. Il rapporto filler/bitume sarà compreso tra 1,1 e 1,7.

MISCELA

Le miscele degli inerti impiegati per il confezionamento dei conglomerati devono avere composizione granulometrica costituita da una curva continua compresa nei seguenti limiti e contenuta nei fusi riportati alle pagine allegate al termine del presente capitolato speciale nonché soddisfare i requisiti di seguito elencati:

FUSO	TAPPETO 0 / 18
Serie EN	
1,4 D	100 - 100
18	90 - 100
12,5	63 - 100
10	80 - 90
8	53 - 80
4	43 - 65
2	25 - 45
0,5	6 - 15
0,063	5 - 8
Quantità di bitume sul peso inerti secchi	5,00% - 7,00%
Spessore cm min - max	4 - 5

REQUISITI DEL CONGLOMERATO			
caratteristiche	normativa	u.m.	Bitume modificato 30/50
<i>Prova Marshall EN 12697-34 a 60° C, su provini costipati con 75 colpi per faccia</i>			
Stabilità Marshall	EN 12697-34	KN	≥ 15,00
Rigidezza Marshall	EN 12697-34	KN/mm	>3,00
Determinazione delle caratteristiche dei vuoti	EN 12697-8	%	3,00 – 5,00
Prova di resistenza a trazione indiretta	EN 12697-23	N/mm ²	> 1,00
Perdita di Resistenza a trazione Indiretta a 25°C dopo 15giorni di immersione in acqua	EN12697-12	%	< 25
Caratteristiche conglomerato finito dopo la stesa e la compattazione			
Massa vol. su carote rispetto campione Marshall	CNR 40/73	%	98
Coeff. Aderenza Trasversale 15–90 gg (Scrim)	CNR 147/92	CAT	> 0,60
Resistenza attrito radente 15–90 gg (Skid-tester)	EN 13036-4	BPN	> 60
Macrorugosità superficiale 15–180 gg	CNR 94/83	HS	> 0,60
Regolarità superficiale: regolo di 4m posto sulla superficie		Massimo scostamento dalla superficie finita pavimentazione = 5 mm	
Determinazione delle caratteristiche dei vuoti residui	EN 12697-8	%	min3,00 – max 6,50

L'Impresa è tenuta a presentare con congruo anticipo all'inizio dei lavori la **COMPOSIZIONE DELLA MISCELA** che intende adottare per ogni tipo di conglomerato bituminoso, composizione che naturalmente dovrà essere contenuta nei rispettivi limiti descritti precedentemente.

CONFEZIONAMENTO DEI CONGLOMERATI BITUMINOSI

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi e automatizzati approvati dalla Direzione Lavori, d'idonee caratteristiche, mantenuti perfettamente funzionanti con una costante e mirata manutenzione.

L'impianto deve essere di potenzialità produttiva proporzionata alle esigenze di produzione, deve inoltre garantire uniformità del prodotto ed essere in grado di produrre miscele rispondenti alle specifiche del progetto. La D.L. potrà approvare l'utilizzo d'impianti in continuo (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti della miscela possa essere costantemente controllato.

Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che degli eventuali additivi.

Nella zona di stoccaggio degli inerti non vi sarà presenza di argille e/o ristagni d'acqua che possano compromettere la pulizia degli aggregati. I cumuli delle diverse classi dovranno essere distinti.

Il bitume modificato, se non usato subito, deve essere stoccato in cisterne riscaldate e dotate di impianti di agitazione e ricircolo.

La temperatura del legante bituminoso modificato al momento della miscelazione deve essere costante e compresa tra i 150°C e i 170°C, come lo deve essere quella degli inerti lapidei compresa tra i 160°C - 180°C. Per la verifica delle temperature gli essiccatori, le caldaie, i serbatoi e le tramogge degli impianti devono essere muniti di termometri fissi funzionanti e tarati. L'umidità residua degli inerti lapidei dopo l'uscita dall'essiccatore non deve superare lo 0,50 % in peso.

Il trasporto deve avvenire con un numero sufficiente di mezzi di trasporto atti ad assicurare un'alimentazione regolare del cantiere, dotati di teloni di copertura e con distanza di percorrenza che garantisca la temperatura alla stesa non inferiore a 150°C.

POSA IN OPERA

Il conglomerato bituminoso confezionato sarà steso sul piano sottostante solo dopo che la Direzione Lavori avrà accertato con esito favorevole la sua rispondenza nei valori di quota, sagoma e compattezza specificati nel progetto.

I lavori di stesa del manto stradale dovranno essere sospesi quando le condizioni meteorologiche ne compromettano la buona esecuzione e comunque per la stesa del Tappeto d'usura quando la temperatura esterna risulta inferiore ai 6°C.

MANO D'ATTACCO Prima di iniziare la stesa del conglomerato è necessario provvedere alla stesa della mano di attacco realizzata con emulsione bituminosa al 60% di bitume spruzzata con apposite macchine in quantità di 0,50 kg/mq (+/- 0,20).

POSA La posa in opera del conglomerato bituminoso, con spessore minimo di 3 cm, sarà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici che devono risultare perfettamente funzionanti e dotate d'automatismi d'autolivellamento. La velocità di avanzamento non deve essere superiore ai 4 – 5 metri/minuto. La temperatura del conglomerato all'uscita della macchina vibrofinitrice non deve mai essere inferiore ai 150°C.

FORMAZIONE GIUNTI Nella posa in opera si deve dare la massima attenzione alla formazione dei giunti longitudinali, meglio se si opera con due macchine vibrofinitrici affiancate in modo da garantire l'adesione delle due strisciate. Quando questo non è possibile è indispensabile utilizzare un'emulsione cationica al 55% spruzzandola direttamente sul bordo della strisciata per garantire e ottimizzare l'adesione della stesa successiva. In alternativa si potrà riscaldare contemporaneamente con apposito apparecchio a raggi infrarossi (ristuccatore) il bordo della striscia adiacente stesa curando particolarmente il giunto longitudinale tra le due strisce.

Quando il bordo della strisciata è danneggiato o arrotondato, si deve ricorrere al taglio verticale con idonea attrezzatura. La stessa operazione dovrà essere eseguita per i giunti orizzontali.

Le due strisciate devono essere sfalsate di almeno 20cm e il giunto longitudinale non deve mai cadere in corrispondenza delle fasce della corsia interessate normalmente dalle ruote dei veicoli.

Gli strati che risultano compromessi devono essere rimossi e ricostruiti a spese dell'impresa.

COMPATTAZIONE Il costipamento deve avvenire immediatamente dopo la stesa del conglomerato dalla macchina vibrofinitrice e deve essere portata a termine senza nessuna interruzione.

Il costipamento deve essere realizzato con rulli del peso minimo di 20 ton preferibilmente gommati, oppure metallici a rapida inversione di marcia di idoneo peso e caratteristiche tecnologiche. Potrà essere utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche solo per le operazioni di rifinitura dei giunti e le riprese.

Per lo strato di base a discrezione della D.L. potranno essere utilizzati rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati.

Per evitare che il conglomerato bituminoso possa aderire al rullo, gommatto o metallico, dovrà essere utilizzato un prodotto antistatico, una soluzione speciale che deve essere spruzzata direttamente in fase d'opera sui rulli compattatori.

La densità del conglomerato dopo la costipazione non dovrà avere un valore inferiore del 96% del provino Marshall per lo strato di base e del 97% per gli strati d'usura e binder.

La superficie degli strati al termine del costipamento deve presentarsi priva di qualsiasi irregolarità ed ondulazione.

ART. 58

Conglomerato bituminoso irruvidito ed antiscivolo tipo Splittmastix (SMA)

Il conglomerato bituminoso preconfezionato a caldo di cui al presente capitolo è definito dalle norme UNI EN 13108 – 5, titolo SMA ed è costituito da aggregati lapidei di primo impiego a granulometria discontinua chiuso e impermeabile agli strati sottostanti, composto da una curva abbastanza discontinua con elevata quantità di graniglia in cui i vuoti sono riempiti da un mastice di bitume modificato, filler, fibre organiche e additivi.

Ha la funzione di migliorare le caratteristiche di aderenza in condizioni di asciutto o bagnato, impermeabilizzare completamente gli strati sottostanti ed attenuare il rumore di rotolamento dei pneumatici.

Viene steso a caldo con spessori compresi tra 3 e 4 cm, previa applicazione di mano d'attacco con emulsione bituminosa modificata.

INERTI

Gli inerti devono essere non gelivi, duri e durevoli, non possono contenere particelle friabili, organiche, argillose, limose soggette a rigonfiamenti. Devono rispettare quanto definito dalla norma UNI EN 13043.

A) Aggregato grosso: $d > 2 \text{ mm}$ e $D < 45 \text{ mm}$

Dovrà essere costituito da una miscela di pietrischetti e graniglie derivanti dalla frantumazione di rocce lapidee di natura preferibilmente basaltica o derivanti dalla frantumazione di ciottoli e ghiaie, purché privi di elementi in fase di alterazione.

Non devono avere forma appiattita, allungata e lenticolare.

Qualunque sia la loro provenienza, detti materiali devono avere forma poliedrica a spigoli vivi, superfici rugose e devono corrispondere ai seguenti requisiti:

Dimensione massima		15 mm
Percentuale di superfici frantumate	UNI EN 933-5	$C_{100/0}$
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-1	LA_{20}
Resistenza alla levigazione	UNI EN 1097-8	PSV_{44}
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	FI_{30}
Resistenza al gelo disgelo	UNI EN 1367-1	F_1
Affinità ai leganti bituminosi	EN 12697-11	>80% a 6 ore, >75% a 12 ore
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	WA_{242}

B) Aggregato fine: $D < 2 \text{ mm}$ e $d > 0,063 \text{ mm}$

L'aggregato fine dovrà essere costituito prevalentemente da sabbia di frantumazione ottenuta da materiali di cava o di fiume e devono corrispondere ai seguenti requisiti:

Percentuale di superfici frantumate	UNI EN 933-5	$C_{100/0}$
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	> 70%
Contenuto di fini	UNI EN 933 - 1	f_5

C) Fresato

Per la realizzazione del conglomerato NON È CONSENTITO l'utilizzo di materiale fresato proveniente da strati bitumati di pavimentazione stradale.

D) Aggregato filler

Gli additivi devono provenire dalla frantumazione di rocce calcaree oppure possono essere costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica e polvere di roccia asfaltica.

Devono soddisfare i seguenti requisiti:

Requisiti di granulometria per filler addizionati		
Passante al setaccio uni 0,125	> 85%	EN 13043 prospetto 24
Passante al setaccio uni 0,063	> 70%	EN 13043 prospetto 24

Nella composizione della curva granulometrica dell'asfalto dovrà essere comunque presente il 2% in peso di filler costituito da calce idrata, calcolata sul peso totale degli aggregati costituenti il conglomerato bituminoso. Rapporto filler/bitume 1,10 – 1,70.

Qualora l'Impresa intenda impiegare fillers non contemplati nell'elenco sopra riportato, dovrà ottenere la preventiva autorizzazione della D.L., corredando la richiesta con il risultato delle prove e delle ricerche di laboratorio effettuate.

LEGANTI

D) Bitume

Come legante deve essere impiegato bitume semisolido modificato con polimeri elastomerici e/o plastomerici che ne modificano la struttura chimica e le caratteristiche fisico-meccaniche. Dovrà essere utilizzato bitume con penetrazione 50/70 nelle due tipologie classe 3 o classe 4 in funzione del tipo di traffico, delle condizioni ambientali e di temperatura operativa.

Il bitume deve soddisfare le caratteristiche di accettazione sotto riportate:

CARATTERISTICHE	NORMATIVA		TIPO DI BITUME EN 14023	
	E.N.	u.m.	50/70 a	50/70 b
Penetrazione a 25°C	EN 1426	mm/10	50/70	50/70
Punto di rammollimento (Palla e anello)	EN 1427	°C	> 65	> 60
Punto di rottura (Fraass)	EN 12593	°C	< - 15	< - 12
Viscosità dinamica a 160°	EN 13072-2	Pa*s	> 0, 40	> 0, 25
Ritorno elastico a 25°C	EN 13398	%	> 75	> 50
Stabilità allo stoccaggio 3gg a 180°C				
Differenza temperature: Penetrazione a 25°C Punto di rammollimento	EN 13399	dmm °C	< 5	< 5
Resistenza all'invecchiamento dopo RTFOT EN 12607-1				
Penetrazione residua a 25°C	EN 1426	%	> 60	> 60
Variazione massima del rammollimento	EN 1427	°C	5	5

E) Emulsione bituminosa modificata per mano d'attacco

Si utilizzerà per mano di attacco: emulsione CATIONICA da bitume modificato a rottura rapida al 65% di bitume residuo (EC R 65 M).

L'emulsione dovrà rispondere ai seguenti requisiti di accettazione:

CARATTERISTICHE	normativa	u.m	valori
Polarità	EN 1430	-	Cationica
Contenuto di bitume + flussante	EN 1431	% peso	65 +/- 2
Contenuto d'acqua	CNR 101/84	% peso	35 +/- 2
Viscosità Engler a 20 °C	EN 12846	° E	> 15
Indice di rottura	EN 13075-1	Classe	3
Valore di rottura		n° puro	50 - 100
Tendenza alla sedimentazione a 7gg	EN 12847	% peso	< 10
Residuo bituminoso			
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1429	mm/10	50-70
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	> 65
Ritorno elastico	EN 13398	%	> 75

La quantità di emulsione da utilizzare è così stabilita:

tra strati di collegamento e tappeto d'usura: 0,35 kg/mq di bitume residuo.

ADDITIVI

F) Fibre per il rinforzo strutturale

Sono prodotti che migliorano le caratteristiche strutturali del legante, aumentando i valori di resistenza a trazione e le caratteristiche di fatica, diminuendo la suscettibilità termica.

Danno inoltre vantaggi sulle lavorazioni aumentando lo spessore della pellicola del legante e diminuendo problemi di collaggio del bitume, soprattutto in stagioni calde e per cantieri lontani dagli impianti.

L'elemento fibroso rinforzante può essere di natura minerale (vetro) o sintetica (fibre acriliche); si possono usare soluzioni miste tramite l'aggiunta di prodotti cellulosici o anche polimerici (es polietilene ecc).

In ogni caso le fibre o la loro miscela dovranno essere in formato tale da impedire la dispersione in aria delle parti volatili durante la movimentazione e tutto l'arco temporale dell'impiego (ad es. pellets realizzati con elementi agglomeranti tipo cellulosa).

L'elemento rinforzante principale deve essere contenuto almeno al 70%, mentre le percentuali di impiego della fibra o delle sue miscele sono indicativamente 0,05% - 0,5% in peso sugli aggregati a seconda della tipologia di fibra impiegata o della presenza o meno delle miscele.

L'impiego delle fibre richiede l'utilizzo di macchinari per la corretta dosatura, disaggregazione e dispersione nel conglomerato, oltreché per evitare fenomeni di dispersione in aria. Le fibre o le loro miscele dovranno avere caratteristiche tali da disperdersi in modo capillare nel conglomerato.

Le dimensioni (diametro e lunghezza) delle fibre o delle loro miscele, dovranno essere tali da non risultare pericolose per inalazione e in generale non pericolose per il personale operante.

Le fibre rinforzanti, devono avere le seguenti caratteristiche geometriche e meccaniche:

- Lunghezza (mm) 200 – 6000 , Diametro (mm) 8 – 20 , Resistenza alla trazione (GPa) 1,5 - 3
- Allungamento massimo (%) 1 – 3; Punto di fusione (°C) > 300 °C

J) Attivante adesione

Vedasi le caratteristiche riportate alla voce "Conglomerato per strati di base".

MISCELA

La Miscela degli aggregati da adottarsi dovrà avere composizione granulometrica compresa nei seguenti limiti:

	S.M.A. 0 / 16	S.M.A. 0 / 12.5
Serie EN	% DI PASSANTE IN PESO	% DI PASSANTE IN PESO
16	100	
12,5	90 - 100	100
8	75 - 90	85 - 100
4	30 - 45	30 - 45
2	20 - 30	20 - 30
0,5	10 - 20	12 - 22
0,125	9 - 18	9 - 16
0,063	8 - 13	7 - 11
Quantità di bitume sul peso inerti secchi	6,00% - 7,50%	6,00% - 7,50%
Spessore cm min max	4-5	3

Il conglomerato ottenuto dovrà rispettare le proprietà fisiche-meccaniche di seguito riportate:

REQUISITI DEL CONGLOMERATO			
	EN	U.M.	
Tipo di bitume			50/70
Prova Marshall EN 12697-34 a 60° C, su provini costipati con 75 colpi per faccia			
Stabilità Marshall	EN 12697-34	KN	≥ 11,00
Rigidezza Marshall	EN 12697-34	KN/mm	3,00 – 4,50
Determinazione delle caratteristiche dei vuoti	EN 12697-8	%	2,00 - 4,00
Resistenza a trazione indiretta	EN 12697-23	N/mm ²	> 0,60
Coefficiente di trazione indiretta	EN 12697-23	N/mm ²	> 45
Perdita di Resistenza a trazione Indiretta a 25°C dopo 15giorni di immersione in acqua	EN 12697-12	%	< 25
Metodo Volumetrico EN 12697- 31, pressione vert. kPa 600, angolo rot.1,25°, velocità rot. 30giri/min, provino diam.150mm			
Vuoti a 10 rotazioni	EN 12697- 8	%	10,00 – 14,00
Vuoti a 100 rotazioni	EN 12697- 8	%	Min 2,00 – max 6,00
Vuoti a 180 rotazioni	EN 12697- 8	%	> 2,00
Resistenza a trazione indiretta a 25°C – 100 rotaz.	EN 12697- 31	N/mm ²	0,40 – 1,00
Coefficiente di trazione indiretta a 25°C – 100 rotaz.	EN 12697- 31	N/mm ²	> 35
Perdita di Resistenza a trazione Indiretta a 25°C dopo 15giorni di immersione in acqua	EN 12697-12	%	< 10
Caratteristiche conglomerato finito dopo stesa e la compattazione			
Massa vol. delle carote indist. rispetto provini Marshall	CNR 40/73	%	97
Coeff. Aderenza Trasversale a 15 –90 gg (Scrim)	CNR147/92	CAT	> 0,60
Resistenza attrito radente a 15 – 90 gg (Skid – tester)	EN 13036-4	BPN	> 60
Macrorugosità superficiale a 15 – 180 gg	EN 13036-1	HS	> 0,60
Regolarità superficiale: regolo di 4m posto sulla superficie	Massimo scostamento dalla superficie finita pavimentazione = 5 mm		
Determinazione delle caratteristiche dei vuoti	EN 12697-8	%	Min 4,00 - max 6,00

L'Impresa è tenuta a presentare con congruo anticipo all'inizio dei lavori lo STUDIO DELLA MISCELA che intende adottare per ogni tipo di conglomerato bituminoso, composizione che naturalmente dovrà essere contenuta nei rispettivi limiti descritti precedentemente.

CONFEZIONAMENTO DEI CONGLOMERATI BITUMINOSI

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi e automatizzati approvati dalla Direzione Lavori, d'idonee caratteristiche, mantenuti perfettamente funzionanti con una costante e mirata manutenzione.

L'impianto deve essere di potenzialità produttiva proporzionata alle esigenze di produzione, deve inoltre garantire uniformità del prodotto ed essere in grado di produrre miscele rispondenti alle specifiche del progetto. La Direzione Lavori potrà approvare l'utilizzo d'impianti in continuo (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti della miscela possa essere costantemente controllato.

Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che degli eventuali additivi.

Nella zona di stoccaggio degli inerti non vi sarà presenza di argille e/o ristagni d'acqua che possano compromettere la pulizia degli aggregati. I cumuli delle diverse classi dovranno essere distinti.

Il bitumi modificato, se non usato subito, deve essere stoccato in cisterne riscaldate e dotate di impianti di agitazione e ricircolo.

La temperatura del legante bituminoso modificato, al momento della miscelazione deve essere costante e compresa tra i 150°C e i 170°C, come lo deve essere quella degli inerti lapidei compresa tra i 160°C - 180°C. Per la verifica delle temperature gli essiccatori, le caldaie, i serbatoi e le tramogge degli impianti devono essere muniti di termometri fissi funzionanti e tarati.

L'umidità residua degli inerti lapidei dopo l'uscita dall'essiccatore non deve superare lo 0,50 % in peso.

Il trasporto deve avvenire con un numero sufficiente di mezzi di trasporto atti ad assicurare un'alimentazione regolare del cantiere, dotati di teloni di copertura e con distanza di percorrenza che garantisca la temperatura alla stesa non inferiore a 150°C.

POSA IN OPERA

Il conglomerato bituminoso confezionato sarà steso sul piano sottostante solo dopo che la Direzione Lavori avrà accertato con esito favorevole la sua rispondenza nei valori di quota, sagoma e compattezza specificati nel progetto.

I lavori di stesa del manto stradale dovranno essere sospesi quando le condizioni meteorologiche ne compromettano la buona esecuzione e comunque quando la temperatura esterna risulta inferiore ai 8°C.

MANO DI ATTACCO Prima di iniziare la stesa del conglomerato è necessario provvedere alla stesa della Mano di Attacco realizzata con bitumi modificati con funzione di aggrappo e impermeabilizzazione da eseguire con due modalità alternative in funzione delle caratteristiche dello strato sottostante:

- membrana di bitume modificato tipo 50/70 tal quale spruzzato a caldo $t > 180^{\circ}\text{C}$ con apposite macchine in quantità di 1,00 kg/mq (+/- 0,20) con spargimento di graniglia 8/12mm in quantità di 6 – 8 l/mq per evitare l'adesione dei mezzi di cantiere.
- emulsione bituminosa al 70% di bitume modificato spruzzata con apposite macchine in quantità di 1,50 kg/mq (+/- 0,20) con spargimento di graniglia 8/12mm in quantità di 6 – 8 l/mq per evitare l'adesione dei mezzi di cantiere.

POSA Sulla mano d'attacco verrà steso lo strato di conglomerato con spessore minimo di 3 cm.

La posa in opera del conglomerato bituminoso sarà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici che devono risultare perfettamente funzionanti e dotate d'automatismi d'autolivellamento. La velocità di avanzamento non deve essere mediamente superiore ai 6 – 7 metri/minuto. La temperatura del conglomerato all'uscita della macchina vibrofinitrice non deve mai essere inferiore ai 140°C.

FORMAZIONE GIUNTI si deve dare la massima attenzione alla formazione dei giunti longitudinali, meglio se si opera con due macchine vibrofinitrici affiancate in modo da garantire l'adesione delle due strisciate. Quando questo non è possibile è indispensabile utilizzare un'emulsione cationica al 55% spruzzandola direttamente sul bordo della strisciata per garantire e ottimizzare l'adesione della stesa successiva. In alternativa si potrà riscaldare contemporaneamente con apposito apparecchio a raggi infrarossi (ristuccatore) il bordo della striscia adiacente stesa curando particolarmente il giunto longitudinale tra le due strisce.

Quando il bordo della strisciata è danneggiato o arrotondato, si deve ricorrere al taglio verticale con idonea attrezzatura. La stessa operazione dovrà essere eseguita per i giunti orizzontali.

Le due strisciate devono essere sfalsate di almeno 20 cm e il giunto longitudinale non deve mai cadere in corrispondenza delle fasce della corsia interessate normalmente dalle ruote dei veicoli.

Gli strati che risultano compromessi devono essere rimossi e ricostruiti a spese dell'impresa.

COMPATTAZIONE Il costipamento deve avvenire immediatamente dopo la stesa del conglomerato dalla macchina vibrofinitrice e deve essere portata a termine senza nessuna interruzione.

Il costipamento deve essere realizzato preferibilmente con rulli statici del peso minimo di 8 ton di tipo metallico a rapida inversione di marcia, posti a circa 1 metro dalla finitrice. Potrà essere utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche per le operazioni di rifinitura dei giunti e le riprese.

Per evitare che il conglomerato bituminoso possa aderire al rullo dovrà essere utilizzato un prodotto antistatico, una soluzione speciale che deve essere spruzzata direttamente in fase d'opera sui rulli compattatori.

La densità del conglomerato dopo la costipazione non dovrà avere un valore inferiore del 97% del provino Marshall.

La superficie degli strati al termine del costipamento deve presentarsi priva di qualsiasi irregolarità ed ondulazione.

ART. 59

Conglomerato bituminoso drenante e fonoassorbente

Il conglomerato bituminoso di cui al presente capitolo è definito dalle norme UNI EN 13108 – 7 , titolo PA ed è costituito da aggregati lapidei di primo impiego a granulometria aperta con elevata quantità di graniglia e bassa presenza di sabbia, filler, bitume modificato, additivi e fibre per il rinforzo strutturale del bitume

Dopo compattazione presenta una porosità intercomunicante 4 o 5 volte superiore a quella di un tradizionale tappeto d'usura.

Ha la funzione di ottimizzare le caratteristiche di aderenza in condizioni di pioggia e asciutto, garantire una buona visibilità ai veicoli transitanti eliminando i veli d'acqua sulla superficie stradale, attenuare il rumore di rotolamento dei pneumatici ed impermeabilizzare completamente gli strati sottostanti.

Il conglomerato viene steso in spessori compresi tra 3 e 5 cm, previa formazione di una strato sottostante impermeabile su cui scorre l'acqua permeata dalla superficie.

INERTI

Gli inerti sono costituiti da elementi rispondenti alla norma UNI EN 13043.

A) Aggregato grosso: $d > 2 \text{ mm}$ e $D < 45 \text{ mm}$

Sarà costituito da una miscela di pietrischetti e graniglie derivanti dalla frantumazione di rocce lapidee di natura preferibilmente basaltica o derivanti dalla frantumazione di ciottoli e ghiaie, purché privi di elementi in fase di alterazione.

Non devono avere forma appiattita, allungata e lenticolare.

Qualunque sia la loro provenienza, detti materiali devono avere forma poliedrica a spigoli vivi, superfici rugose e devono corrispondere ai seguenti requisiti:

Dimensione massima		12 mm
Requisiti di granulometria	UNI EN 13043	$G_c 90 / 15$
Percentuale di superfici frantumate	UNI EN 933-5	$C_{100/0}$
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	LA_{20}
Resistenza alla levigazione	UNI EN 1097-8	PSV_{44}
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	FI_{20}
Resistenza al gelo disgelo	UNI EN 1367-1	F_1
Affinità ai leganti bituminosi	UNI EN 12697-11	>80% a 6 ore, >75% a 12 ore

B) Aggregato fine: $D < 2 \text{ mm}$ $d > 0,063 \text{ mm}$

L'aggregato fine dovrà essere costituito da sabbia di frantumazione ottenuta da materiali di cava o di fiume e devono corrispondere ai seguenti requisiti:

Percentuale di superfici frantumate	$C_{100/0}$	UNI EN 933-5
Resistenza alla frammentazione	LA_{25}	UNI EN 1097-2
Prova dell'equivalente in sabbia	> 75%	UNI EN 933-8
Passante al setaccio UNI 0,063	< 10%	EN 13043 prospetto 24

Per la realizzazione del conglomerato NON è consentito l'utilizzo come aggregato grosso o fine di materiale fresato proveniente da strati bitumati di pavimentazione stradale.

C) Additivo minerale o "Filler"

Gli additivi devono provenire dalla frantumazione di rocce calcaree oppure possono essere costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica e polvere di roccia asfaltica.

Devono soddisfare i seguenti requisiti:

Passante al setaccio UNI 0,125	> 85%	EN 13043 prospetto 24
Passante al setaccio UNI 0,063	> 70%	EN 13043 prospetto 24

Più del 60% della quantità di additivo minerale passante per via umida al setaccio 0,063 deve passare a tale setaccio anche a secco.

Nella composizione della curva granulometrica dell'asfalto dovrà essere comunque presente il 2% in peso di filler costituito da calce idrata, calcolata sul peso totale degli aggregati costituenti il conglomerato bituminoso. Rapporto filler/ bitume 1,10 – 1,70.

Qualora l'Impresa intenda impiegare fillers non contemplati nell'elenco sopra riportato, dovrà ottenere la preventiva autorizzazione della D.L., corredando la richiesta con il risultato delle prove e delle ricerche di laboratorio effettuate.

E) Fibre per il rinforzo strutturale del bitume

Sono prodotti che migliorano le caratteristiche strutturali del legante, aumentando i valori di resistenza a trazione e le caratteristiche di fatica, diminuendo la suscettibilità termica.

Danno inoltre vantaggi sulle lavorazioni aumentando lo spessore della pellicola del legante e diminuendo problemi di collaggio del bitume, soprattutto in stagioni calde e per cantieri lontani dagli impianti.

Vanno impiegate obbligatoriamente per conglomerati bituminosi con % di vuoti > 15% (a n° giri medio N2 alla giratoria) per aumentarne la stabilità nel tempo.

L'elemento fibroso rinforzante può essere di natura minerale (vetro) o sintetica (fibre acriliche); si possono usare soluzioni miste tramite l'aggiunta di prodotti cellulosici o anche polimerici (es polietilene ecc).

In ogni caso le fibre o la loro miscela dovranno essere in formato tale da impedire la dispersione in aria delle parti volatili durante la movimentazione e tutto l'arco temporale dell'impiego (ad es. pellets realizzati con elementi agglomeranti tipo cellulosa).

L'elemento rinforzante principale deve essere contenuto almeno al 70%, mentre le percentuali di impiego della fibra o delle sue miscele sono indicativamente 0,05% - 0,5% in peso sugli aggregati a seconda della tipologia di fibra impiegata o della presenza o meno delle miscele.

L'impiego delle fibre richiede l'utilizzo di macchinari per la corretta dosatura, disaggregazione e dispersione nel conglomerato, oltretutto per evitare fenomeni di dispersione in aria. Le fibre o le loro miscele dovranno avere caratteristiche tali da disperdersi in modo capillare nel conglomerato.

Le dimensioni (diametro e lunghezza) delle fibre o delle loro miscele, dovranno essere tali da non risultare pericolose per inalazione e in generale non pericolose per il personale operante.

Le fibre rinforzanti, devono avere le seguenti caratteristiche geometriche e meccaniche:

- Lunghezza (mm) 200 – 6000 , Diametro (mm) 8 – 20 , Resistenza alla trazione (GPa) 1,5 - 3

- Allungamento massimo (%) 1 – 3; Punto di fusione (°C) > 300 °C

LEGANTI

D) Bitume

Come legante deve essere impiegato bitume semisolido modificato con polimeri elastomerici e/o plastomerici che ne modificano la struttura chimica e le caratteristiche fisico-meccaniche. Dovrà essere utilizzato bitume con penetrazione 50/70, con preferenza per la classe 3, in funzione del tipo di traffico, delle condizioni ambientali e di temperatura operativa.

Il bitume deve soddisfare le caratteristiche di accettazione sotto riportate:

CARATTERISTICHE	normativa		TIPO DI BITUME EN 12591	
	E.N.	u.m.	50/70 a	50/70 b
Penetrazione a 25°C	EN 1426	mm/10	50/70	50/70
Punto di rammollimento (palla e anello)	EN 1427	°C	> 65	> 60
Punto di rottura (Fraass)	EN 12593	°C	< - 15	< - 12
Viscosità dinamica a 160°	EN 13072-2	Pa*s	> 0, 40	> 0, 25
Ritorno elastico a 25°C	EN 13398	%	> 75	> 50
Stabilità allo stoccaggio 3gg a 180°C				
Differenza temp. - Penetrazione - Punto rammollimento	EN 13399	dmm °C	< 5	< 5
Resistenza all'invecchiamento dopo RTFOT EN 12607-1				
Penetrazione residua a 25°C	EN 1426	%	> 60	> 60
Variazione massima del Rammollimento	EN 1427	°C	5	5

E) Emulsione bituminosa modificata per mano d'attacco

Si utilizzerà per mano di attacco: emulsione cationica da bitume modificato a rottura rapida al 65% di bitume residuo (EC R 65 M).

L'emulsione dovrà rispondere ai seguenti requisiti di accettazione:

CARATTERISTICHE	normativa	u.m	valori
Polarità	EN 1430	-	Cationica
Contenuto di bitume + flussante	EN 1431	% peso	65 +/- 2
Contenuto d'acqua	CNR 101/84	% peso	35 +/- 2
Viscosità Engler a 20 °C	EN 12846	° E	> 15
Indice di rottura	EN 13075-1	Classe	3
Valore di rottura		n° puro	50 - 100
Tendenza alla sedimentazione a 7gg	EN 12847	% peso	< 10
Residuo bituminoso			
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1429	mm/10	50-70
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	> 65
Ritorno elastico	EN 13398	%	> 75

La mano di attacco impermeabilizzante verrà eseguita con la spruzzatura di emulsione bituminosa modificata effettuata in ragione di 1,5 kg/mq e successiva granigliatura.

MISCELA

La miscela degli aggregati da adottarsi dovrà avere composizione granulometrica compresa nei seguenti limiti:

FUSO	DRENANTE 0/12.5	DRENANTE 0/16
Serie EN	% DI PASSANTE IN PESO	% DI PASSANTE IN PESO
16		100 - 100
12,5	100	80 - 100
8	85 - 100	15 - 35
4	15 - 30	5 - 20
2	10 - 20	0 - 12
0,5	10 - 17	0 - 10
0,125	7 - 10	0 - 8
0,063	5 - 8	0 - 6
Quantità di bitume sul peso inerti secchi	4,50% - 5,50%	4,50% - 5,50%
Spessore cm min - max	3 - 4	4 - 5

Il conglomerato ottenuto dovrà rispettare le proprietà fisiche-meccaniche di seguito riportate:

REQUISITI DEL CONGLOMERATO			
	EN	u.m.	
Tipo di bitume			50/70
Temperatura conglomerato			
All 'impianto di produzione		°C	150 - 180
Alla stesa, dietro finitrice		°C	> 140
Prova Marshall EN 12697-34 a 60° C, su provini costipati con 50 colpi per faccia			
Stabilità Marshall	EN 12697-34	KN	≥ 6,00
Rigidezza Marshall	EN 12697-34	KN/mm	> 2,50
Determinazione delle caratteristiche dei vuoti	EN 12697-8	%	18 - 24
Massa vol. delle carote indist. rispetto provini Marshall	CNR 40/73	%	> 96
Resistenza a trazione Indiretta	EN 12697-23	N/mmq	> 0,60
Coefficiente di trazione Indiretta	EN 12697-23	N/mmq	> 30
Perdita in peso alla prova Cantabro su provini Marshall		%	< 25
Metodo Volumetrico EN 12697- 31, pressione vert. kPa 600, angolo rot.1,25°, velocità rot. 30giri/min, provino diam.150mm			
Vuoti a 10 rotazioni	EN 12697- 8	%	> 25,00
Vuoti a 100 rotazioni	EN 12697- 8	%	> 22,00
Vuoti a 180 rotazioni	EN 12697- 8	%	> 18,00
Resistenza a trazione indiretta a 25°C – 100 rotaz.	EN 12697- 31	N/mmq	0,20 – 0,45
Coefficiente di trazione indiretta a 25°C – 100 rotaz.	EN 12697- 31	N/mmq	> 15
Perdita di Resistenza a trazione Indiretta 100 rot. a 25°C dopo 15giorni di immersione in acqua	EN 12697-12	%	< 25
Caratteristiche conglomerato dopo la stesa e compattazione			
Coeff. Aderenza Trasversale dal 15° al 90° gg (Scrim)	CNR 147/92	CAT	> 0,55
Res. attrito radente dal 15° al 90° gg (Skid – tester)	EN 13036-4	BPN	> 60
Macrorugosità superficiale dal 15° al 180° gg	EN 13036-1	HS	> 0,80
Capacità drenante eseguita in sito con permeametro H250mm su 154 cmq		Litri/min	> 12 usura 0/12
Coefficiente fonoassorbenza (tubo Kundt) su carote dal 15° al 60° gg		Hz	630 800 1000 1600 2000
		a	> 0.15 > 0.21 > 0.32 > 0.25 > 0.26

Regolarità superficiale: regolo di 4m posto sulla superficie	Massimo scostamento dalla superficie finita pavimentazione = 5 mm
Presenza di ristagni d'acqua sulla superficie della pavimentazione durante e dopo l'evento piovoso	Nessuno

L'Impresa è tenuta a presentare con congruo anticipo all'inizio dei lavori lo STUDIO DELLA MISCELA che intende adottare per ogni tipo di conglomerato bituminoso, composizione che naturalmente dovrà essere contenuta nei rispettivi limiti descritti precedentemente.

CONFEZIONAMENTO DEI CONGLOMERATI BITUMINOSI

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi e automatizzati approvati dalla Direzione Lavori, d'idonee caratteristiche, mantenuti perfettamente funzionanti con una costante e mirata manutenzione.

L'impianto deve essere di potenzialità produttiva proporzionata alle esigenze di produzione, deve inoltre garantire uniformità del prodotto ed essere in grado di produrre miscele rispondenti alle specifiche del progetto. La Direzione Lavori potrà approvare l'utilizzo d'impianti in continuo purché il dosaggio dei componenti della miscela possa essere costantemente controllato.

L'impresa appaltatrice dovrà avere un approvvigionamento costante e monitorato.

La temperatura di stoccaggio del legante bituminoso deve essere garantita e compresa tra i 150°C e i 180°C, come lo deve essere quella degli inerti lapidei al momento della miscelazione compresa tra i 160°C - 180°C. Per la verifica delle temperature gli essiccatori, le caldaie, i serbatoi e le tramogge degli impianti devono essere muniti di termometri fissi funzionanti e tarati.

L'umidità residua degli inerti lapidei dopo l'uscita dall'essiccatore non deve superare lo 0,50 % in peso.

POSA IN OPERA

I lavori di stesa del manto stradale dovranno essere sospesi quando le condizioni meteorologiche ne compromettano la buona esecuzione e non dovranno eseguirsi con temperature esterne inferiori a 10°C, considerata la rapidità di raffreddamento dovuta all'elevata porosità dello strato.

DRENAGGIO ACQUE inizialmente va verificata l'efficienza delle opere per il deflusso interstiziale delle acque:

- le opere esterne di drenaggio idrico e in particolare la canaletta laterale di raccolta lungo la banchina laterale
- la pendenza trasversale del piano di posa che deve avere una pendenza minima del 2,50%: sotto questo valore necessita risagomare il piano di posa. Controllo analogo va fatto sulla pendenza longitudinale.

E' poi necessario procedere ad una accurata pulizia della superficie stradale eliminando anche la segnaletica orizzontale presente.

STRATO IMPERMEABILIZZANTE Successivamente si procederà con la stesa dello strato Impermeabilizzante secondo una delle 3 modalità alternative, in base alle caratteristiche del piano di posa:

- 1) **VECCHIA PAVIMENTAZIONE FRESATA IN CATTIVE CONDIZIONI, CON FESSURAZIONI:** stesa di una membrana (rinforzata tipo SAMI) di bitume modificato tipo 50/70 tal quale spruzzato a caldo $T > 180^{\circ}\text{C}$ in quantità di 2,20 kg/mq (+/- 0,20) con apposite macchine in grado di assicurare l'uniforme distribuzione del prodotto e il dosaggio previsto e con spargimento di graniglia 8/12mm prebitumata in quantità di 20l/mq per evitare l'adesione dei mezzi di cantiere, compattazione con rullo gommato e successivo passaggio di motospazzatrice per l'asporto della graniglia non ancorata alla membrana.
- 2) **VECCHIA PAVIMENTAZIONE FRESATA IN BUONE CONDIZIONI, SENZA FESSURAZIONI:** stesa di una membrana sottile di bitume modificato tipo 50/70 tal quale spruzzato a caldo $T > 180^{\circ}\text{C}$ in quantità di 1,20 kg/mq (+/- 0,20) con apposite macchine in grado di assicurare l'uniforme distribuzione del prodotto e il dosaggio previsto e con spargimento di graniglia 8/12mm prebitumata in quantità di 6 – 8l/mq per evitare l'adesione dei mezzi di cantiere.
- 3) **PAVIMENTAZIONE NON FRESATA IN BUONE CONDIZIONI, SENZA FESSURAZIONI:** stesa di emulsione bituminosa al 70% di bitume modificato spruzzata con apposite macchine in quantità di 1,50 kg/mq (+/- 0,20) con spargimento di graniglia 8/12mm in quantità di 6 – 8l/mq per evitare l'adesione dei mezzi di cantiere.

POSA Sullo strato impermeabilizzante verrà steso lo strato di conglomerato con posa in opera effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici che devono risultare perfettamente funzionanti e dotate d'automatismi d'autolivellamento.

La velocità di avanzamento non deve essere superiore ai 3 - 4 metri/minuto.

Lo strato va posato con un'unica passata per la sua intera altezza e senza interruzioni della stesa ed evitando operazioni manuali per la correzione di anomalie.

La temperatura del conglomerato all'uscita della macchina vibrofinitrice non deve mai essere inferiore ai 140°C.

FORMAZIONE GIUNTI La formazione dei giunti longitudinali deve essere realizzata in modo tale da garantire la perfetta adesione delle due strisciate. Eccezionalmente si può riscaldare il bordo della striscia adiacente già stesa con il ristuccatore a raggi infrarossi montato sulla vibrofinitrice. Non è invece possibile spruzzare emulsione cationica direttamente sul bordo freddo della striscia adiacente per l'adesione della stesa successiva poiché questo comprometterebbe la capacità drenante trasversale dello strato.

Il giunto longitudinale non deve mai cadere in corrispondenza delle fasce della corsia interessate dalle ruote dei veicoli.

COMPATTAZIONE Il costipamento deve avvenire immediatamente dopo la stesa del conglomerato dalla macchina vibrofinitrice e deve essere portata a termine senza nessuna interruzione. Il costipamento deve essere realizzato con rulli tandem del peso minimo di 8 ton in modalità statica (senza ausilio di vibrante) a rapida inversione di marcia, in modo da assicurare una densità non inferiore al 97% del volume del provino Marshall.

Per evitare che il conglomerato bituminoso possa aderire al rullo, dovrà essere utilizzato un prodotto antistatico, una soluzione speciale che deve essere spruzzata direttamente in fase d'opera sui rulli compattatori.

La superficie degli strati al termine del costipamento deve presentarsi priva di qualsiasi irregolarità ed ondulazione.

Gli strati che risultano compromessi dovranno essere immediatamente rimossi e ricostruiti a spese dell'impresa.

Quando il bordo della strisciata è danneggiato o arrotondato, si deve ricorrere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

Ammaloramenti e danneggiamenti su aree limitate devono essere ripristinati intervenendo su una superficie più estesa e larga quanto la corsia compresa tra due giunti longitudinali. Il taglio verticale di questa di questa superficie da asportare si ottiene seguendo due traiettorie parallele alla direzione dello scorrimento dell'acqua e due traiettorie diagonali a questa direzione (e non perpendicolari). Il taglio se praticato con lama a disco deve essere seguito dalla riapertura dei pori per la percolazione delle acque, evitando possibili ristagni. Eventuali ripristini limitati vanno eseguiti esclusivamente con conglomerato drenante e mai con asfalto tradizionale chiuso.

ART. 60

Riciclaggio a freddo in sito di conglomerati bituminosi e fondazione stradale con utilizzo di emulsione elastomerizzata o di bitume schiumato.

DESCRIZIONE

La lavorazione con bitume schiumato permette di riciclare in sito vecchie fondazioni (misti cementati ammalorati, misti stabilizzati da "potenziare" (manutenzione straordinaria) o per realizzare la fondazione o sottobasi (Nuove Costruzioni) con la posa in opera e la lavorazione di materiale idoneo, vergine o proveniente da fresature o rimozioni di pacchetti stradali ammalorati, previa autorizzazione della DL.

La rigenerazione in sito a freddo mediante emulsione modificata delle pavimentazioni in conglomerato bituminoso viene realizzata reimpiegando materiali fresati da pavimentazioni stradali, opportunamente selezionati, legati nuovamente con emulsione, stesi e compattati. La tecnologia viene impiegata per riciclare pacchetti di conglomerato bituminoso ammalorati in sito o già stoccati in cantiere (fresati).

La tecnologia del riciclaggio con emulsione prevede diverse modalità operative:

- a) in sito mediante treno di riciclaggio mobile o tramite idonee riciclatrici;
- b) in impianto fisso o tramite impianti semoventi (su rimorchi) che hanno la possibilità di essere "piazziati" in aree vicino al sito di stesa.

Il procedimento di rigenerazione in sito mediante l'uso di "treni di riciclaggio" è in funzione delle modalità operative previste per l'intervento. Esso può essere composto da una "fresa" che lavorando alla profondità stabilita, scarifica la pavimentazione e invia il materiale di risulta (fresato) alla macchina che segue (impianto semovente di miscelazione) che lo impasta con emulsione o schiuma di bitume, acqua e cemento e lo invia alla "finitrice" per la stesa finale. Oppure il treno è composto da un'unica macchina semovente (riciclatrice) che mentre avanza, contemporaneamente fresa, impasta e stende. Il treno di riciclaggio è sempre completato da uno o più rulli per la compattazione. In entrambi i casi sono da prevedere anche le autobotti dell'acqua, dell'emulsione o in alternativa del bitume caldo per l'espansione.

Le riciclatrici mobili (generalmente più utilizzate perché riducono gli spazi di ingombro) possono quindi fresare l'esistente pacchetto ammalorato fino alla profondità stabilita interessando se necessario anche parte della fondazione sottostante non legata. Nel miscelatore, costituito dalla camera che contiene il tamburo di fresatura, vengono omogeneizzati i materiali scarificati in situ con il legante stabilito (emulsione bituminosa o bitume schiumato) insieme ad acqua, cemento e inerti di integrazione. La nuova miscela riciclata a freddo viene poi stesa in un unico strato uniforme e compattata. Se come legante si utilizza bitume schiumato, la macchina riciclatrice deve essere dotata di una apposita "rampa di schiumatura" con una o più camere di espansione per il contatto del bitume caldo ($\approx 180^{\circ}\text{C}$) con acqua ad alta pressione ($\approx 5\text{ bar}$).

INERTI

Gli inerti che costituiscono la miscela riciclata derivano dalla fresatura della preesistente pavimentazione in conglomerato bituminoso ed eventualmente anche del misto granulare della fondazione sottostante.

Inerti di integrazione

Nel caso in cui la curva risultante non rientri nel fuso prescritto, è necessaria l'aggiunta di inerti di integrazione in dimensioni e quantità tali da riportare la miscela all'interno dei limiti previsti dal fuso. Gli inerti di integrazione avranno le medesime caratteristiche degli aggregati grossi previsti per i conglomerati di base e collegamento (binder).

LEGANTI

Per il riciclaggio in situ a freddo, come legante si utilizzerà in alternativa o emulsione bituminosa elastomerizzata o bitume schiumato, con le caratteristiche di seguito riportate

- *Emulsione bituminosa per rigenerazione a freddo*

Si utilizzerà: emulsione CATIONICA da bitume modificato a rottura molto lenta (sovrastabilizzate) al 60% di bitume residuo (EC L 60 M). L'emulsione per rigenerazione a freddo, dovrà rispondere ai seguenti requisiti di accettazione:

CARATTERISTICHE	normativa	u.m	valori
Polarità	EN 1430	-	Cationica
Contenuto di bitume + flussante	EN 1431	% peso	60 +/- 2
Contenuto d'acqua	CNR 101/84	% peso	40 +/- 2
Viscosità Engler a 20 °C	EN 12846	° E	> 15

Indice di rottura	EN 13075-1	Classe	6
Valore di rottura		n° puro	170 - 230
Tendenza alla sedimentazione a 7gg	EN 12847	% peso	< 10
Residuo bituminoso			
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1429	mm/10	50-70
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	> 60
Ritorno elastico	EN 13398	%	> 50

La quantità di emulsione da utilizzare è così stabilita :
dal 3 al 5 % in peso in relazione allo studio e al quantitativo di cemento.

- *Bitume schiumato per rigenerazione a freddo*

Il bitume utilizzato per essere schiumato, dovrà essere del tipo 70/100 e rispettare le prescrizioni di seguito riportate:

Caratteristiche	Normativa	u.m.	valori
Penetrazione a 25 °C	EN 1426	mm/10	70 - 100
Punto di rammollimento (palla anello)	EN 1427	°C	40 - 44
Punto di rottura (Fraass)	EN 12593	°C	≤ -8
Solubilità in tricloroetilene	EN 12592	%	≥ 99
Viscosità dinamica a 160°C	EN 13072-2	Pa · s	0,1 – 0,2

La qualità del bitume schiumato, è definita soprattutto dai seguenti parametri:

- Re = Rapporto di espansione (rapporto tra il volume massimo raggiunto dal bitume schiumato ed il volume del bitume prima della schiumatura). $Re \geq 20$
- Ts = Tempo di dimezzamento o di semitrasformazione (periodo di tempo in cui il bitume schiumato dimezza il proprio volume). $Ts \leq 25 \text{ sec}$

Le caratteristiche di espansione ottimali del bitume devono essere determinate in un campo di temperature variabile tra 170°C e 190°C prima dell'espansione e con percentuali d'acqua comprese tra 1% e 4% in peso sul bitume. Questi due parametri saranno sempre verificabili durante la lavorazione a mezzo dell'apposito ugello di test di cui deve essere dotata la riciclatrice qualora fosse utilizzata con bitume schiumato.

CEMENTO

E' da considerarsi un additivo catalizzatore di processo, importante per regolare i tempi di maturazione della miscela ed eliminare (tramite il suo processo di idratazione) l'acqua di compattazione; costituisce inoltre un integratore della frazione fine.

Deve essere impiegato cemento Portland d'alto forno o pozzolanico (tipo I, III o IV) con classe di resistenza 325.

ACQUA

Deve essere impiegata acqua pura ed esente da sostanze organiche.

MISCELA

La miscela finale sarà costituita dal materiale preesistente, eventuali aggregati d'integrazione, emulsione elastomerizzata o bitume schiumato, cemento ed acqua. La curva di progetto e le giuste quantità degli altri componenti verranno determinati in base ad uno studio di ottimizzazione, a carico dell' Impresa, eseguito da un laboratorio specificatamente attrezzato.

La curva granulometrica risultante deve rientrare nei limiti specificati in tabella:

Serie EN	% PASSANTE IN PESO
	100
25,4	75 - 100
20	69 - 93
16	65 - 88
12,5	61 - 84
10	56 - 78
6,3	50 - 72
4	44 - 66
2	32 - 52
0,5	18 - 34
0,125	9 - 24
0,063	4 - 16

STUDIO PRELIMINARE DI OTTIMIZZAZIONE

Sulla base della progettazione della stazione appaltante l'impresa appaltatrice, mediante proprio laboratorio, deve provvedere a:

- 1) Caratterizzare il fresato mediante la determinazione della curva granulometrica e dell'umidità (CNR UNI 10008/63)
- 2) Stabilire la curva granulometrica ottimale in base alle prescrizioni della tabella, prevedendo eventualmente l'aggiunta alla miscela di aggregati d'integrazione
- 3) Determinare le percentuali ottimali di legante (emulsione elastomerizzata o bitume schiumato), acqua aggiunta e cemento.

Una campagna di carotaggi e rilievi con apparecchi Georadar, a carico dell'impresa, permetterà di identificare la stratigrafia della struttura stradale esistente in modo da prevedere se la fresatura interesserà o meno la fondazione granulare, ipotizzando quindi l'eventuale utilizzo di aggregati d'integrazione. Si potranno quindi presentare due situazioni:

- 1) **Fresatura del pacchetto bitumato e di parte della fondazione in misto granulare;**
- 2) **Fresatura del solo pacchetto bitumato.**

Per la determinazione delle percentuali ottimali di acqua aggiunta, legante bituminoso e cemento (da riferirsi al peso degli inerti complessivi) dovranno essere confezionati dei provini con l'utilizzo della pressa giratoria (UNI EN 12697-31) rispettando le condizioni indicate nella tabella di seguito riportata:

Condizioni di utilizzo della pressa giratoria	Dati
Angolo di rotazione	1,25° ± 0,02
Velocità di rotazione	30 rotaz./min.
Diametro del provino	150 ± 0,2 mm.
Peso del campione	4.500 – 6.000 g.
Tempo massimo di attesa prima della compattazione	30 min.
Pressione verticale	600 KPa
Numero di giri	180

Indicativamente i provini saranno confezionati con i seguenti dosaggi teorici:

Materiali componenti	Con emulsione elastomerizzata	Con bitume schiumato
Percentuale di fresato con integrazione	90 - 100	90 - 100
Percentuale di legante	3%	2%
Percentuale di cemento	2%	1,5%
Umidità del materiale (acqua aggiunta)	5%	5%
Densità (kg/mc) dopo 72 h a 40 °C	2300 - 2400	2350 - 2450

La miscela finale dovrà presentare i seguenti requisiti:

Requisiti della miscela	Normativa	Valori
Resistenza a trazione indiretta Rt a 24h di maturazione a 25 °C	CNR 134	≥ 0,20 N/mm ²
Resistenza a trazione indiretta Rt a 72h di maturazione a 40 °C	CNR 134	≥ 0,40 N/mm ²
Coefficiente di trazione indiretta CTI a 72h di maturazione		≥ 60 N/mm ²
Perdita di resistenza a trazione indiretta a 25° C a seguito di immersione in acqua (dopo 72h di maturazione a 40 °C e 1h di immersione in acqua)	CNR 134	≤ 30 %
Grado di addensamento su carota		97 % del provino sottoposto a pressa giratoria

Il dimensionamento dello strato di materiale riciclato a freddo, deve essere stabilito in seguito ad una campagna di indagini che preveda in particolare:

- un accurato studio della capacità portante del sottofondo preesistente granulare con metodi statici (carotaggi e prove su piastra) e dinamici (rilievo georadar e misure con deflettometro a massa battente) e prove di laboratorio che includono l'analisi granulometrica, la determinazione della plasticità e dell'indice CBR;
- valutazione del traffico teorico previsto per la strada interessata al risanamento;
- previsione della vita utile del manto stradale.

ACCETTAZIONE DELLA MISCELA

L'impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni, la composizione delle miscele che intende adottare; ogni composizione proposta deve essere verificata in laboratorio o in apposito campo prove.

Le miscele approvate dalla Direzione Lavori saranno assunte quali miscele di progetto e costituiranno riferimento per tutte le successive lavorazioni in opera.

CONFEZIONAMENTO E POSA IN OPERA

Il riciclaggio a freddo in situ dovrà essere realizzato tramite apposito treno semovente (o unica macchina riciclatrice) che con avanzamento uniforme esegua contemporaneamente:

- la fresatura della pavimentazione e/o fondazione esistente fino ad una larghezza prestabilita e per lo spessore previsto in progetto, previa spargimento del cemento e degli inerti di integrazione nelle percentuali ottimali;
- l'omogeneizzazione del materiale con aggiunta di emulsione elastomerizzata o bitume schiumato e dell'acqua necessaria al costipamento nelle percentuali ottimali;

- la stesa in unico strato con macchina a tutta larghezza mediante sistemi che consentano di ottenere uno strato perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti alla segregazione degli elementi litoidi più grossi;
- la compattazione immediata con un rullo gommato insieme ad un rullo metallico entrambi di almeno 16 -18 t in alternativa potrà essere utilizzato un rullo liscio monotamburo vibrante a diverse ampiezze e con energia minima di 400 KN dotato di sistema di controllo computerizzato della compattazione;
- la eventuale risagomatura longitudinale e trasversale delle livellette stradali a mezzo di livellatore meccanico (grader) se si riscontrassero ondulazioni;
- la seconda compattazione immediata con un rullo gommato insieme ad un rullo metallico o combinato entrambi di almeno 16 -18 t. Durante la compattazione, nel caso di temperature elevate, sarà necessario umidificare il piano per migliorare l'addensamento.

Le lavorazioni di riciclaggio a freddo dovranno essere sospese con temperatura dell'inerte inferiore ai 10°C e comunque quando le condizioni meteorologiche generali possano pregiudicare il raggiungimento delle prestazioni minime richieste su miscela e strato finito.

La lavorazione consente già al termine delle operazioni di compattazione una immediata apertura dello strato al traffico di cantiere e, in caso di emergenza e per breve periodo, anche al traffico normale; autorizzazione al transito ed eventuali limitazioni dovranno comunque essere disposte dalla Direzione Lavori. In tale caso lo strato riciclato dovrà essere innaffiato con acqua ogni qualvolta sia necessario per evitare il sollevamento di polveri e l'asportazione di materiale, sino alla stesa degli strati in conglomerato bituminoso.

Per quanto riguarda i controlli sull'effettiva risagomatura delle livellette, dopo la compattazione, prima di qualunque intervento di bitumatura, l'Impresa dovrà mettere a disposizione della DL opportuni strumenti topografici per il controllo delle quote; qualora si riscontrasse un andamento longitudinale del piano superficiale comprendente dossi o cunette di dislivello superiore a 4 cm non giustificabile con l'andamento plano-altimetrico del piano di campagna, l'Impresa a proprie cura e spese dovrà eseguire adeguati interventi di risagomatura.

CONTROLLI

Controlli in corso d'opera

Durante la realizzazione del riciclaggio è previsto il prelievo di campioni di miscela per la determinazione delle seguenti caratteristiche:

- curva granulometria;
- percentuale di cemento;
- percentuale di bitume;
- la percentuale d'acqua (acqua di costipamento);
- resistenza a trazione indiretta dopo 1 giorno di maturazione a 25 °C su provini confezionati tramite pressa giratoria;
- resistenza a trazione indiretta dopo 3 giorno di maturazione a 40 °C su provini confezionati tramite pressa giratoria;
- la densità secca su provini confezionati tramite pressa giratoria.

Tali controlli hanno cadenza giornaliera o comunque secondo indicazioni della D.L. e vengono eseguiti mediante l'impiego di un laboratorio mobile che garantisce l'immediatezza dei risultati.

Con riferimento alla percentuale del legante aggiunto saranno ammesse variazioni del $\pm 0,5\%$ rispetto al dosaggio di progetto (derivato dallo studio su campo prove). Sulla percentuale di acqua saranno tollerate variazioni di $\pm 1\%$. Con riferimento alla granulometria degli aggregati della miscela riciclata, saranno ammesse variazioni rispetto alla curva di progetto fino ad un massimo del $\pm 10\%$ per l'aggregato grosso e fino ad un massimo del $\pm 7\%$ per l'aggregato fino, purché comunque rientranti nel fuso delle granulometrie ammissibili.

Il mancato rispetto delle tolleranze sopra citate comporterà l'applicazione delle penali per l'Impresa solo qualora le resistenze meccaniche misurate sui provini confezionati con dette miscele (trazione indiretta a 1 giorno e a 3 giorni) risultino inferiori ai limiti di accettazione.

A titolo indicativo le prove di portanza mediante LFWD (Light Falling Weight Deflectometer) dovranno assumere valore minimo pari a 50 MPa dopo 4 ore e pari a 180 MPa dopo 1 giorno dalla stesa.

Controlli sullo strato finito

Sullo strato di riciclato verranno eseguiti, ogni 250 m di stesa e a maturazione avvenuta, carotaggi meccanici per un controllo diretto delle condizioni di addensamento e degli spessori. Dovranno ottenersi valori di densità non inferiori al 97% dei valori ottenuti sui corrispondenti provini confezionati mediante compattazione giratoria.

Sarà discrezione della D.L. prevedere la stesa di uno strato di Binder di risagoma e di Tappeto d'usura di adeguati spessori in funzione delle prestazioni finali previste.

ART. 61

Sigillatura delle lesioni della pavimentazione stradale

a) DESCRIZIONE

In presenza di lesioni e fessurazioni sui giunti e sulle pavimentazioni in genere, si provvede alla loro sigillatura in modo da evitare o ridurre i fenomeni di degradazione che si verrebbero a manifestare in breve tempo.

b) POSA IN OPERA

La sigillatura delle fessurazioni e nei giunti nelle pavimentazioni deve essere eseguita utilizzando una serie di idonee attrezzature in grado di effettuare, inizialmente, la completa pulitura delle fessure mediante soffiatura con aria compressa od opportuni mezzi meccanici. Successivamente si deve provvedere al riscaldamento delle pareti della fessurazione, mediante un getto di aria calda, sino ad una temperatura di c.a. 80°C per

garantire e favorire la colatura e l'adesione del mastice sigillante fuso all'interno della lesione. Il mastice sigillante dovrà essere riscaldato in una apposita caldaia portando la massa bituminosa ad una temperatura di c.a. 180°C - 190°C massimo.

Durante la fusione della massa sigillante, il prodotto dovrà essere sempre mantenuto in agitazione sino a completa fusione.

La fessura o il giunto dovranno essere accuratamente riempiti versandovi all'interno la massa fusa. Per evitare il formarsi di bolle d'aria all'interno del mastice sigillante e per effettuare un autolivellamento della sigillatura, si dovrà riscaldarne la superficie mediante l'utilizzo di un cannello a gas.

Art. 62

Controllo dei materiali e delle opere

MARCATURA CE DEI CONGLOMERATI BITUMINOSI

I conglomerati bituminosi per essere ritenuti idonei e quindi impiegabili dovranno essere dotati obbligatoriamente di marcatura CE.

I requisiti obbligatori richiesti sono:

- temperatura miscela alla produzione e consegna (valori di soglia)
- contenuto minimo di legante (categoria e valore reale)
- composizione granulometrica (valore%)
- contenuto dei vuoti a 10 rotazioni (categoria e valore reale)

Tutte queste grandezze dovranno rientrare nei parametri del presente capitolato, oltre alle altre non facenti parte della marcatura CE ma contenute nelle presenti norme.

Il Direttore dei Lavori, prima di accettare i materiali in cantiere, dovrà accertarsi dell'idoneità degli stessi mediante l'esame della seguente documentazione che dovrà essere prodotta dall'appaltatore:

- DICHIARAZIONE DI CONFORMITA' CE predisposta dal produttore del conglomerato bituminoso
- CERTIFICATO DI CONTROLLO DELLA PRODUZIONE DI FABBRICA in conformita' agli allegati ZA delle norme specifiche rilasciato dall'Organismo notificato a seguito di verifica;
- ETICHETTA CE, predisposta dal produttore in accompagnamento ad ogni consegna di conglomerato bituminoso in cantiere.

STUDIO PREVENTIVO

L'Impresa è tenuta a presentare con congruo anticipo all'inizio dei lavori la STUDIO DELLA MISCELA che intende adottare per ogni tipo di conglomerato bituminoso, descrivente i seguenti elementi minimi:

- 1) CURVA GRANULOMETRICA ADOTTATA
- 2) AGGREGATI: descrizione tipologia e caratteristiche: Perdita in peso Los Angeles, Coeff. Levigabilità Accelerata
- 3) FILLER : descrizione della tipologia
- 4) BITUME: descrizione della tipologia e della % adottata nella miscela
- 5) ADDITIVO ATTIVANTE ADESIONE: descrizione tipologia e 1 prova di affinità bitume addittivato/inerte UNI EN 12697-11.
- 6) ADDITIVI (ACF, FIBRE O ALTRI): descrizione della tipologia e quantità d'uso.
- 7) N° 1 PROVA MARSHALL (stabilità, rigidità, vuoti,.....) su campione di conglomerato.
- 8) DICHIARAZIONE DI CONFORMITA' CE per ogni tipo di conglomerato richiesto .

La composizione dovrà essere contenuta nei limiti descritti precedentemente e dovrà essere corredata dalla documentazione degli studi e delle prove effettuate in laboratorio per ricavarne la ricetta ottimale. I certificati inerenti la qualità dei materiali devono essere rilasciati da un laboratorio ufficiale o comunque riconosciuto dalla Provincia.

Dopo l' accettazione da parte della D.L. della composizione proposta, l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente.

L'approvazione della miscela da parte della Direzione dei Lavori peraltro non ridurrà la responsabilità dell'Impresa relativamente al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

Gli oneri per l'esecuzione dello Studio Preventivo sono a carico dell'impresa appaltatrice.

CONTROLLI IN FASE ESECUTIVA

L'impresa sarà obbligata a sottoporsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegare richiesti dalla D.L.

Le diverse prove ed esami su campioni verranno effettuati presso Laboratori indicati dalla D.L.

I campioni dei materiali verranno prelevati in contraddittorio: ogni Prelievo sarà costituito da due campioni di circa 8/10 kg ciascuno di cui uno viene utilizzato per i controlli e l'altro rimane a disposizione per ulteriori verifiche.

Degli stessi potrà esserne ordinata la conservazione in locali indicati dalla D.L. previa apposizione di sigilli e firme della D.L. e dell'Impresa nei modi più adatti per garantirne l'autenticità.

Gli accertamenti di laboratorio e le verifiche tecniche obbligatorie, ovvero specificate nel presente C.S.A., sono disposte dalla D.L. o dall'organo di collaudo con onere a carico dell'Amministrazione Provinciale.

In particolare le prove di laboratorio verranno effettuate da un Laboratorio Prove Materiali scelto dall'Amministrazione Provinciale che, oltre agli usuali controlli di qualità in laboratorio, potrà intervenire sul cantiere e all'impianto di confezionamento con un laboratorio "mobile" contestualmente alla stesa delle pavimentazioni.

Per tutte le prove sopracitate la D.L. provvede al prelievo dei campioni ed alla redazione di apposito *Verbale di prelievo* e la certificazione effettuata dal Laboratorio riporterà espresso riferimento al Verbale.

La Direzione lavori o l'organo di Collaudo possono disporre ulteriori prove ed analisi ancorché non prescritte nel presente capitolato ma ritenute necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali o dei componenti. Le relative spese sono poste a carico dell'appaltatore.

In caso di controversie sull'esito delle prove di Laboratorio, adeguatamente motivate da parte dell'impresa appaltatrice mediante la ripetizioni dei medesimi esami presso altro Laboratorio Prove ufficiale, l'eventuale ripetizione dei controlli o l'esecuzione di controlli complementari successivi dovranno essere effettuati presso un Laboratorio Prove ufficiale scelto dall'Amministrazione Provinciale su una terna di Laboratori prove ufficiali proposti dall'impresa appaltatrice. Le relative spese sono poste a carico dell'appaltatore.

TOLLERANZE

Rispetto allo STUDIO DI MISCELA presentato, o in sua assenza al Valore medio degli intervalli previsti nel presente Capitolato Speciale, non saranno ammesse variazioni superiori a seguenti limiti :

- contenuto di aggregato grosso superiore a +/- 5 %
- contenuto di sabbia superiore a +/- 3 %
- percentuale di filler +/- 1,5 %
- quantità di bitume superiore a +/- 0,5%, rientrando comunque sempre nei minimi e massimi previsti.

Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate nel corso dei lavori, all'impianto o alla vibrofinitrice, nonché dall'esame delle carote e dei tasselli prelevati in sito dopo l'ultimazione dei lavori.

1) CONTROLLI ALL'IMPIANTO DI PRODUZIONE

A) Verifica Marcatura CE delle forniture degli aggregati

B) Vengono effettuati nella misura **minima di 1 prelievo /10.000 mq** di stesa o comunque **settimanale** relativamente ad ognuno delle seguenti requisiti:

- 1) CARATTERISTICHE AGGREGATI all'uscita dei vagli : 1) Natura litologica 2) Perdita di peso Prova Los Angeles
- 2) CARATTERISTICHE BITUME, alla cisterna di stoccaggio.
- 3) CARATTERISTICHE EMULSIONE BITUMINOSA, alla cisterna di stoccaggio.

2) CONTROLLI IN FASE DI STESA

A) Verifica Marcatura CE forniture conglomerato

B) Verifica su campioni di conglomerato prelevato a caldo dalla finitrice prima della compattazione nella misura **minima di 1 prelievo/ 3.000 mq** di stesa o comunque **giornaliera** per il controllo dei seguenti requisiti:

- 1) SPESSORE PAVIMENTAZIONE
- 2) TEMPERATURA alla stesa,
- 3) CONTENUTO % DI BITUME,
- 4) CURVA GRANULOMETRICA
- 5) TIPOLOGIA AGGREGATI,
- 6) PROVE MARSHALL per determinazione Stabilità, Rigidità, Densità e Vuoti Residui, Perdita stabilità a 15gg. su provini Marshall .
Quando le prove vengono effettuate per il controllo di stabilità e rigidità i relativi provini devono essere confezionati con materiale prelevato presso l'impianto di produzione o alla stesa ed immediatamente costipato senza alcun ulteriore riscaldamento. In alternativa potranno essere effettuate prove di tipo VOLUMETRICO
- 7) Marcatura CE forniture conglomerato

C) Verifica delle bolle di consegna di additivi: ATTIVANTE ADESIONE, RIGENERANTE ACF, FIBRE

3) CONTROLLI A PAVIMENTAZIONE ULTIMATA

A) Verifica su "carote" o tasselli di conglomerato steso nella misura **minima di 1 prelievo / 5.000 mq** di stesa relativamente al controllo dei seguenti requisiti:

- 1) DENSITÀ E VUOTI RESIDUI
- 2) CONTENUTO % BITUME
- 3) CURVA GRANULOMETRICA
- 4) TIPOLOGIA AGGREGATI.

B) Verifica in sito su pavimentazione nella misura **minima di 1 prelievo / 1.500 mq** di stesa per il controllo dei seguenti requisiti:

- 1) SPESSORE PAVIMENTAZIONE
- 2)QUOTE, PENDENZE, REGOLARITÀ CON ASTA DA 4METRI,
- 3) ADERENZA: Resistenza di Attrito Radente, Coefficiente di Aderanza Trasversale, Macrorugosità Superficiale, da eseguire nel periodo compreso tra 3 e 12 mesi dall'ultimazione dei lavori
- 4) ASSORBIMENTO IDRICO (per tappeto drenante).
- 5) ASSORBIMENTO ACUSTICO (per tappeto drenante o fonoassorbente).

Lo spessore medio dello strato viene determinato, per ogni tratto omogeneo di stesa, mediante la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate da due carote estratte dalla pavimentazione, una in mezzzeria e l'altra a bordo carreggiata, scartando i valori con spessore in eccesso, rispetto al progetto, di oltre il 5%.

Art. 63

Detrazioni per conglomerati bituminosi

Qualora dalle analisi dei campioni prelevati o da altre prove effettuate si riscontrasse una diversità in termini di quantità o qualità tra il materiale utilizzato per la realizzazione della pavimentazione e il materiale prescritto nel presente Capitolato Speciale (es. spessori, % di bitume diversa, tipo di bitume diverso, granulometria degli inerti non corretta, ecc.) la D.L. potrà intervenire con due modalità alternative in funzione della gravità della difformità riscontrata: ordinerà il rifacimento dello strato posato oppure procederà con detrazioni sugli importi da contabilizzare

RIFACIMENTO DELLE OPERE

Qualora, a giudizio della D.L., non sia possibile accettare la lavorazione si procederà alla rimozione dello/degli strati ed alla successiva ricostruzione a spese dell'Impresa salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

Ciò potrà accadere sia per il superamento inaccettabile dei requisiti fissati dal presente C.S.A. sia per il manifestarsi di lavorazioni non effettuate a regola d'arte.

In particolare sarà condizione sufficiente per il rifacimento dello strato interessato il mancato rispetto di uno o più dei seguenti valori

CARATTERISTICHE	Valori limite		
Spessore medio misurato	non inferiore al 80 % dello spessore di progetto per strato d'usura e collegamento	non inferiore al 85 % dello spessore di progetto per strati di base	
% vuoti residui su carote	Vuoti residui non inferiori al 3% e non superiori al 12 % per strato d'usura e binder-usura (escluso t. drenante)	Vuoti residui non superiori al 13 % per strati di base e collegamento	
% bitume su carote	% bitume non inferiore al 4 % e non superiore al 8 % per strato d'usura (escluso t. drenante)	non inferiore al 3,5 % e non superiore al 7 % per binder	non inferiore al 3,% e non superiore al 7 % per strati di base
Aderenza superficiale strati d'usura: CAT, BPN, HS	Valori misurati non inferiori all' 80 % dei valori limite prescritti da CSA		

DETRAZIONI

Qualora sia possibile, a giudizio della D.L., accettare comunque la lavorazione anche se non pienamente rispondente ai requisiti previsti le opere verranno contabilizzate con detrazioni dall' 1% al 20% dell'importo delle opere per il mancato rispetto delle prescrizioni del C.S.A a scomputo della minore vita utile della pavimentazione.

La detrazione verrà calcolata in percentuale dell'importo lordo del tratto di pavimentazione realizzata (prezzo lordo = fornitura e posa conglomerati bituminosi + eventuali sovrapprezzi) cui è riferito il certificato di prova o la verifica tecnica attestante la difformità (= valore misurato – valore prescritto) e calcolando la superficie realizzata fino ad un massimo definito dalla misura minima dei prelievi compresa nel capitolo "Controllo dei materiali e delle opere".

La detrazione sarà applicata ogniquale volta sussista una difformità tra il valore misurato (nelle analisi dei campioni o in altre prove) e il valore prescritto dal C.S.A. e sarà proporzionale all'entità della difformità rispetto al valore prescritto.

In particolare per i seguenti valori prescritti la detrazione viene così determinata:

valori prescritti	importo Detrazione
Vuoti residui su campione Marshall o su carote	$[(\text{Vuoti Rilevati} - \text{Vuoti Prescritti})^3 * 0,75] \%$ da calcolare sia per carenza che per sovrabbondanza di vuoti residui
Spessori	3 % per ogni mm di materiale in meno sui tappeti d'usura 2,5 % per ogni mm di materiale in meno su base e binder
Aderenza: BPN CAT, HS	1% per ogni 1 unità in meno 1% per ogni 0,10 unità in meno
% bitume su campione Marshall e su carote	$[(\% \text{ bitume Rilevata} - \% \text{ bitume Prescritta})^2 * 5,00] \%$ da calcolare sia per carenza che per sovrabbondanza di bitume
Stabilità Marshall (u.m. = KN)	$[(\text{Stab. Prescritta} - \text{Stab. Rilevata})^2 * 15] \%$
Rigidezza Marshall (u.m.= KN/mm)	$[(\text{Rigid. Rilevate} - \text{Rigid. Prescritte})^2 * 1,50] \%$ da calcolare sia per valori troppo alti che per valori troppo bassi rispetto ai prescritti

Perdita di Stabilità Marshall / volumetrica o Perdita resistenza a trazione indiretta a 25° dopo 15 giorni di immersione in acqua o in alternativa Presenza attivante adesione	10% importo tratto
---	--------------------

Qualora su campioni relativi allo stesso tratto di pavimentazione si rilevassero più difformità (su parametri diversi) si applicherà la somma delle detrazioni previste fino ad un massimo del 20%.

L'importo della detrazione verrà dedotto dall'importo netto dello stato finale dei lavori in sede di Collaudo/Certificato di Regolare Esecuzione o, a scelta della Provincia dovrà essere versata dall'appaltatore alla stessa prima della sottoscrizione del Collaudo/Cre e dello svincolo delle cauzioni a garanzia.

Art. 64

Sovrapprezzi alle lavorazioni

Per l'esecuzione di alcune lavorazioni sono previsti nell'Elenco prezzi unitari particolari sovrapprezzi o maggiorazioni espressi in % sul prezzo base :

1) per lavori eseguiti in orari notturni o festivi .

Riguarda le strade ex statali e provinciali ad alto traffico veicolare dove la DL richiederà il lavoro notturno .

2) per lavori eseguiti su strade di montagna o collina come identificate nel presente Capitolato speciale d'appalto

3) per lavori eseguiti su superfici ridotte.

Ai fini contabili si precisa che qualora, per una singola lavorazione, ricorresse la necessità di applicare più di un sovrapprezzo lo stesso andrà applicato solo una volta al prezzo base e pertanto non verrà contabilizzato il sovrapprezzo sul sovrapprezzo