

COMUNE DI MASSANZAGO

PROVINCIA DI PADOVA



PROGETTO ESECUTIVO

COMMITTENTE: COMUNE DI MASSANZAGO
Via Roma, 59
35010 - Massanzago (PD)

OGGETTO: Realizzazione di una rotatoria lungo la S.P. 31 "Del Muson Vecchio"
in corrispondenza dell'intersezione con Via Cornara
CUP: B81B20000860004

ELABORATO:

B.1

DESCRIZIONE:

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO - PARTE TECNICA

DATA:
febbraio 2025

SCALA:
-

RESPONSABILE UNICO DEL PROGETTO:
Dott. Gianni Campello

3

2

1

REV.

DATA

DESCRIZIONE

SERVICE TECNICO:

STUDIO BRED A PATRIZI

Via Palestro 64/1 - PADOVA
Tel: 049 8723888 - Fax: 049 8724239
www.studiobpz.it
email: info@studiobpz.it

PROGETTISTA:

Ing. Massimo Patrizi

INDICE

QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI, MODALITÀ DI ESECUZIONE DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO, ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI	3
Art. 1.1 ELABORATI PROGETTUALI.....	3
Art. 1.1.1 Elaborati "as-built" ("come costruito")	3
Art. 1.1.2 Modalità e strumenti per la redazione degli elaborati as-built.....	4
Art. 1.2 QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI	4
Art. 1.3 RIFIUTI	7
Art. 1.4 OCCUPAZIONE, APERTURA E SFRUTTAMENTO DELLE CAVE	8
Art. 1.5 TRACCIAMENTI	8
Art. 1.6 SCAVI E RILEVATI IN GENERE	8
Art. 1.7 RILEVATI COMPATTATI	9
Art. 1.8 SCAVI DI SBANCAMENTO	10
Art. 1.9 SCAVI DI FONDAZIONE	10
Art. 1.10 FRESATURA DI STRATI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO	11
Art. 1.11 ARMATURE E SBADACCHIATURE SPECIALI PER SCAVI DI FONDAZIONE	11
Art. 1.12 PARATIE O CASSERI IN LEGNAME PER FONDAZIONI	12
Art. 1.13 DEMOLIZIONI	12
Art. 1.14 ACQUEDOTTI E TOMBINI TUBOLARI	12
Art. 1.15 MALTE E CONGLOMERATI	14
Art. 1.16 CALCESTRUZZI.....	15
Art. 1.16.1..... Resistenza meccanica – Rottura a compressione	17
Art. 1.17 ACCIAI.....	17
Art. 1.17.1..... Prove di trazione – su spezzoni da cemento armato	18
Art. 1.18 MURATURE DI GETTO O CALCESTRUZZI.....	18
Art. 1.19 OPERE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO ARMATO E CEMENTO ARMATO PRECOMPRESSO	19
Art. 1.20 COPERTURE A LASTRONI	20
Art. 1.21 Masselli autobloccanti	20
Art. 1.22 STRATIFICAZIONE DI ASFALTO COLATO	21
Art. 1.23 DRENAGGI E FOGNATURE	21
Art. 1.23.1..... Condotte scatolari a sezione quadrata o rettangolare	21
Art. 1.23.2..... Tubi perforati per drenaggi	22
Art. 1.23.3..... Tubazioni per lo scarico delle acque di superficie dai rilevati	22
Art. 1.23.4..... Posa in opera	22
Art. 1.23.5..... Pozzetti e caditoie	23
Art. 1.23.6..... Griglie e chiusini	23
Art. 1.24 SEGNALETICA STRADALE.....	24
Art. 1.24.1..... Segnaletica orizzontale	24
Art. 1.24.2..... Segnaletica verticale	25
Art. 1.25 LAVORI ED OPERE IN VERDE.....	29
Art. 1.25.1..... Abbattimenti di alberi e arbusti	29
Art. 1.25.2..... Sfalcio dell'erba e cure colturali	29
Art. 1.26 ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI.....	30
CAPO 2 - MATERIALI NON LEGATI O A LEGANTE IDRAULICO	31
Art. 2.1 STRATO DI FONDAZIONE IN MISTO GRANULOMETRICAMENTE STABILIZZATO	31
Art. 2.2 STRATO DI FONDAZIONE (SOTTOBASE) IN MISTO CEMENTATO	33
Art. 2.3 CONGLOMERATI BITUMINOSI A CALDO.....	37
Art. 2.3.1 Analisi e misure dei materiali	37
Art. 2.3.2 Trattamenti superficiali ancorati eseguiti con emulsioni bituminose	37
Art. 2.3.3 Compattazione dei conglomerati bituminosi.....	38
Art. 2.3.4 Conglomerato bituminoso per strato di base.....	39
Art. 2.3.5 Conglomerato bituminoso per strati di collegamento e di usura tradizionali.....	44
Art. 2.3.6 Conglomerato bituminoso confezionato con bitume modificato "hard" per strati di collegamento.....	48

Art. 2.3.7 Conglomerato bituminoso confezionato con bitume modificato "hard" per strati di usura	50	
Art. 2.3.8 Conglomerato bituminoso additivato con granulato di gomma	51	
Art. 2.3.9 Conglomerati bituminosi ad alto modulo complesso.....	53	
Art. 2.3.10.....Conglomerati bituminosi chiusi macrorugosi tipo "splittmastix-asphalt" (sma)		57
Art. 2.4 TRATTAMENTI DI RIPRISTINO DELL'ADERENZA.....	61	
Art. 2.4.1 Conglomerato per strati di usura antiskid	61	
Art. 2.4.2 Microtappeto a freddo tipo "slurry seal"	65	
Art. 2.5 RICICLAGGI IN SITO	67	
Art. 2.5.1 Riciclaggio a freddo con bitume schiumato.....	67	
Art. 2.5.2 Riciclaggio a caldo di conglomerati bituminosi	71	
CAPO 3 - BARRIERE STRADALI ED OPERE ACCESSORIE	91	
Art. 3.1 PREMESSA - OPERAZIONI PRELIMINARI DI SICUREZZA.....	91	
Art. 3.2 DELIMITAZIONI IN PLASTICA TIPO NEWJERSEY	91	
Art. 3.3 CONI E DELINEATORI FLESSIBILI	91	
Art. 3.4 RALLENTATORI DI VELOCITÀ.....	92	
CAPO 4 - INTERFERENZE CON SOTTOSERVIZI E SOPRASERVIZI	94	
Art. 4.1 VERIFICA INTERFERENZE CON SOTTOSERVIZI	94	
CAPO 5 - ILLUMINAZIONE PUBBLICA ED OPERE ACCESSORIE	95	
Art. 5.1 CARATTERISTICHE GENERALI DELL'IMPIANTO	95	
Art. 5.1.1 Cavidotti.....	95	
Art. 5.1.2 Pozzetti con chiusino in ghisa.....	95	
Art. 5.1.3 Pozzetti e manufatti in conglomerato cementizio.....	95	
Art. 5.1.4 Pali di illuminazione pubblica	96	
Art. 5.1.5 Corpi illuminanti.....	96	
Art. 5.1.6 Linee cavo	97	
Art. 5.1.7 Giunzioni - Derivazioni - Guaine isolanti	97	
Art. 5.1.8 Distanze di rispetto dei cavi interrati.....	97	
CAPO 6 - CRITERI AMBIENTALI MINIMI	98	

QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI, MODALITÀ DI ESECUZIONE DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO, ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI

Art. 1.1 ELABORATI PROGETTUALI

L'Appaltatore, senza pretendere maggiori compensi o indennizzi, sulla base del progetto esecutivo fornito, provvederà:

- Alla produzione per il Committente di eventuali elaborati da presentarsi agli enti preposti al rilascio di pareri, nulla osta autorizzazioni, in osservanza delle normative e leggi in vigore;
- All'elaborazione e consegna alla Committente, nei tempi e con le modalità descritte nel seguito, del Progetto dell'eseguito relativo a tutti i lavori eseguiti (architettonici, strutturali e impiantistici), cioè riportanti tutte le caratteristiche delle opere presenti nell'appalto, nonché le misure e le dimensioni atte ad individuarle univocamente in sede di manutenzione e d'uso corrente, nonché corredato da tutte le schede tecniche d'uso e manutenzione dei materiali e impianti installati nell'ambito dell'appalto.

Art. 1.1.1 Elaborati "as-built" ("come costruito")

Gli elaborati "as-built" costituiscono l'aggiornamento finale del progetto esecutivo corrispondente a tutte le opere effettivamente eseguite e completo del piano di manutenzione aggiornato con tutte le schede tecniche, manutentive e le certificazioni dei materiali ed impianti installati.

Gli elaborati "as-built" dovranno essere **consegnati dall'Appaltatore alla Direzione dei Lavori in una prima copia cartacea completa entro 30 giorni** dalla data di ultimazione dei lavori certificata nel relativo verbale. La Direzione dei Lavori si riserva 15 giorni per la verifica del progetto al termine dei quali restituirà all'Appaltatore la copia degli elaborati sui quali saranno indicati dal Direttore Lavori eventuali commenti, aggiunte o modifiche da eseguire al fine di rendere il progetto approvabile. Gli elaborati "as-built" saranno poi verificati, anche dal RUP.

L'Appaltatore avrà un ulteriore tempo di 20 giorni per revisionare gli elaborati secondo le indicazioni ricevute e consegnare la versione revisionata in 2 copie cartacee (formati A0/A1 per i disegni e formati A3/A4 per relazioni, note, calcoli cataloghi ecc) firmate dall'Appaltatore stesso e da un tecnico abilitato di sua nomina e una copia contenente files in formato modificabile (.dwg; .doc; .xls) e compatibili, su supporto ottico (cd-dvd). I files in formato .pdf sono ammessi solo per cataloghi o immagini. I Cartigli delle tavole as-built dovranno essere predisposte per la firma dell'Appaltatore, del Direttore Lavori e del R.U.P.

In caso di consegna anticipata parziale delle opere, tali elaborati dovranno essere allegati al Verbale di Consegna. In relazione alla tipologia dei lavori e comunque prima della consegna anticipata parziale, la D.L.

Potrà convocare l'impresa e il personale dell'Area Tecnica allo scopo di agevolare la presa in consegna dell'opera da parte della committente. In questo periodo, i manutentori potranno avvalersi della presenza dei tecnici dell'impresa per ottenere tutte le informazioni su quanto realizzato e/o modificato; in questo caso la D.L. potrà stabilire un termine diverso per la consegna degli elaborati as-built.

La mancata consegna degli elaborati as-built nei termini sopra indicati comporterà l'applicazione della penale di cui all'art. 1.21 del presente Capitolato computata per tutti i giorni di ritardo dell'Appaltatore rispetto ai tempi sopra indicati. Farà testo a tal proposito la data che varrà apposta dal DL con timbro "ricevuto il ____" al momento della ricezione degli elaborati in prima stesura e successivamente in seconda stesura. L'Appaltatore manterrà copia dei frontespizi con il timbro del DL quale prova della avvenuta consegna nei tempi sopra prescritti. Resta altresì inteso che nel caso in cui alla seconda consegna gli elaborati risultassero ancora non accettabili per mancato recepimento da parte dell'Appaltatore delle prescrizioni/modifiche richieste dal DL, la penale di cui sopra decorrerà a partire dai quindici giorni successivi alla data di seconda consegna (tempo di riverifica da parte del DL) fino al ricevimento da parte della Direzione Lavori di elaborati accettabili cioè perfettamente conformi a quanto eseguito.

L'esame, la verifica e l'approvazione da parte della Direzione Lavori – vistata dal R.U.P. - non esonera in alcun modo l'Appaltatore dalle responsabilità ad esso derivanti per legge e dalle previsioni contrattuali, restando contrattualmente stabilito che, malgrado i controlli di ogni genere eseguiti dalla Direzione Lavori l'Appaltatore stesso resta comunque, unico e completo responsabile delle opere, della loro statica, sia per quanto riguarda la loro progettazione e calcolo, sia per ciò che attiene alla qualità dei materiali e l'esecuzione dei lavori in generale.

Art. 1.1.2 Modalità e strumenti per la redazione degli elaborati as-built

All'inizio dei lavori e prima della data di ultimazione dei lavori, la DL verificherà che la base grafica (di norma i disegni costruttivi o di progetto) da utilizzare per la redazione degli elaborati as-built, sia conforme, e quindi aggiornata, a quella in vigore presso l'area tecnica della Stazione Appaltante.

Le reti di impianti dovranno essere riprodotte utilizzando una singola tavola per ogni tipo di impianto. Per ogni tipo di impianto dovranno essere prodotte una o più sezioni in base alla complessità dello stesso e i particolari grafici dei componenti non individuabili dalla distribuzione delle reti.

Art. 1.2 QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI

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

L'appalto non prevede categorie di prodotti ottenibili con materiale riciclato, tra quelle elencate nell'apposito decreto ministeriale emanato ai sensi dell'art. 2, comma 1 lettera d) del D.M. dell'ambiente n. 203/2003.

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

a) Acqua. - L'acqua per l'impasto con leganti idraulici dovrà essere limpida, priva di sostanze organiche o grassi e priva di sali (particolarmente solfati e cloruri) in percentuali dannose e non essere aggressiva per il conglomerato risultante. Avrà un pH compreso fra 6 ed 8.

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

La calce viva, al momento dell'estinzione, dovrà essere perfettamente anidra; sarà rifiutata quella ridotta in polvere o sfiorita, e perciò si dovrà provvedere la calce viva a misura del bisogno e conservarla comunque in luoghi asciutti e ben riparati dall'umidità.

L'estinzione della calce viva dovrà farsi con i migliori sistemi conosciuti ed, a seconda delle prescrizioni della Direzione dei Lavori, in apposite vasche impermeabili rivestite di tavole o di muratura. La calce grassa destinata agli intonaci dovrà essere spenta almeno sei mesi prima dell'impiego.

c) Leganti idraulici. - Le calce idrauliche, i cementi e gli agglomeranti cementizi a rapida o lenta presa da impiegare per qualsiasi lavoro, dovranno corrispondere a tutte le particolari prescrizioni di accettazione di cui alle norme vigenti.

Essi dovranno essere conservati in magazzini coperti su tavolati in legno ben riparati dall'umidità o in sili.

d) Pozzolana. - La pozzolana sarà ricavata da strati mondi da cappellaccio ed esente da sostanze eterogenee o da parti inerti; qualunque sia la sua provenienza dovrà rispondere a tutti i requisiti prescritti dalle norme vigenti.

Per la misurazione, sia a peso che a volume, dovrà essere perfettamente asciutta.

e) Ghiaia, pietrisco e sabbia. - Le ghiaie, i pietrischi e le sabbie da impiegare nella formazione dei calcestruzzi dovranno corrispondere alle condizioni di accettazione considerate nelle norme di esecuzione delle opere in conglomerato semplice od armato di cui alle norme vigenti.

Le ghiaie ed i pietrischi dovranno essere costituiti da elementi omogenei derivati da rocce resistenti, il più possibile omogenee e non gelive; tra le ghiaie si escluderanno quelle contenenti elementi di scarsa resistenza meccanica, facilmente sfaldabili o rivestite da incrostazioni o gelive.

La sabbia da impiegarsi nelle murature o nei calcestruzzi dovrà essere assolutamente scevra di materie terrose ed organiche e ben lavata. Dovrà essere preferibilmente di qualità silicea proveniente da rocce aventi alta resistenza alla compressione. Dovrà avere forma angolosa ed avere elementi di grossezza variabile da 1 a 5 mm.

La granulometria degli aggregati litici per i conglomerati sarà prescritta dalla Direzione dei Lavori in base alla destinazione, al dosaggio ed alle condizioni della messa in opera dei calcestruzzi. L'Appaltatore dovrà garantire la costanza delle caratteristiche della granulometria per ogni lavoro.

Per i lavori di notevole importanza l'Appaltatore dovrà disporre della serie dei vagli normali atti a consentire alla Direzione dei Lavori i normali controlli.

In linea di massima, per quanto riguarda la dimensione degli elementi dei pietrischi e delle ghiaie questi dovranno essere da 40 a 71 mm per lavori correnti di fondazioni, elevazione, muri di sostegno da 40 a 60 mm se si tratta di volti o getti di un certo spessore da 25 a 40 mm se si tratta di volti o getti di limitato spessore.

Le ghiaie da impiegarsi per formazione di massicciate stradali dovranno essere costituite da elementi omogenei derivati da rocce durissime di tipo costante e di natura consimile fra loro, escludendosi quelle

contenenti elementi di scarsa resistenza meccanica o sfaldabili facilmente o gelive o rivestite di incrostazioni.

Il pietrisco, il pietrischetto e la graniglia, secondo il tipo di massicciata da eseguire, dovranno provenire dalla spezzatura di rocce durissime, preferibilmente silicee, a struttura microcristallina, o calcari puri durissimi e di alta resistenza alla compressione, all'urto, all'abrasione, al gelo ed avranno spigolo vivo: e dovranno essere scevri di materie terrose, sabbia o comunque materie eterogenee.

Qualora la roccia provenga da cave nuove o non accreditate da esperienze specifiche di enti pubblici e che per natura e formazione non diano affidamento sulle sue caratteristiche, è necessario effettuare su campioni prelevati in cava, che siano significativi ai fini della coltivazione della cava, prove di compressione e di gelività.

Quando non sia possibile ottenere il pietrisco da cave di roccia, potrà essere consentita per la formazione di esso l'utilizzazione di massi sparsi in campagna o ricavabili da scavi, nonché di ciottoloni o massi ricavabili da fiumi o torrenti sempreché siano provenienti da rocce di qualità idonea.

I materiali suindicati, le sabbie e gli additivi dovranno corrispondere alle norme di accettazione emanate dal Consiglio Nazionale delle Ricerche. Le graniglie saranno quelle indicate nelle norme di buona tecnica per la tipologia edilizia in oggetto.

Di norma si useranno le seguenti pezzature:

- 1) pietrisco da 40 a 71 mm ovvero da 40 a 60 mm, se ordinato, per la costruzione di massicciate all'acqua cilindrate;
- 2) pietrisco da 25 a 40 mm (eccezionalmente da 15 a 30 mm granulometria non unificata) per l'esecuzione di ricarichi di massicciate e per materiali di costipamento di massicciate (mezzanello);
- 3) pietrischetto da 15 a 25 mm per l'esecuzione di ricarichi di massicciate per conglomerati bituminosi e per trattamenti con bitumi fluidi;
- 4) pietrischetto da 10 a 15 mm per trattamenti superficiali, penetrazioni, semipenetrazioni e pietrischetti bitumati;
- 5) graniglia normale da 5 a 20 mm per trattamenti superficiali, tappeti bitumati, strato superiore di conglomerati bituminosi;
- 6) graniglia minuta da 2 a 5 mm di impiego eccezionale e previo specifico consenso della Direzione dei Lavori per trattamenti superficiali; tale pezzatura di graniglia, ove richiesta, sarà invece usata per conglomerati bituminosi.

Nella fornitura di aggregato grosso per ogni pezzatura sarà ammessa una percentuale in peso non superiore al 5% di elementi aventi dimensioni maggiori o minori di quelle corrispondenti ai limiti di prescelta pezzatura, purché, per altro, le dimensioni di tali elementi non superino il limite massimo o non siano oltre il 10% inferiori al limite minimo della pezzatura fissata.

Gli aggregati grossi non dovranno essere di forma allungata o appiattita (lamellare).

- f) Terreni per sovrastrutture in materiali stabilizzati.** - Essi debbono identificarsi mediante la loro granulometria e i limiti di Atterberg, che determinano la percentuale di acqua in corrispondenza della quale il comportamento della frazione fina del terreno (passante al setaccio 0,42 mm n. 40 A.S.T.M.) passa da una fase solida ad una plastica (limite di plasticità L.P.) e da una fase plastica ad una fase liquida (limite di fluidità L.L.) nonché dall'indice di plasticità (differenze fra il limite di fluidità L.L. e il limite di plasticità L.P.). Tale indice, da stabilirsi in genere per raffronto con casi similari di strade già costruite con analoghi terreni, ha notevole importanza.

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

- 1) strati inferiori (fondazione): tipo miscela sabbia-argilla: dovrà interamente passare al setaccio 25 mm ed essere almeno passante per il 65% al setaccio n. 10 A.S.T.M.; il detto passante al n. 10, dovrà essere passante dal 55 al 90% al n. 20 A.S.T.M., dal 35 al 70% passante al n. 40 A.S.T.M. e dal 10 al 25% passante al n. 200 A.S.T.M.;
- 2) strati inferiori (fondazione): tipo di miscela ghiaia o pietrisco, sabbia ed argilla: dovrà essere interamente passante al setaccio da 71 mm ed essere almeno passante per il 50 % al setaccio da 10 mm, dal 25 al 50% al setaccio n. 4, dal 20 al 40% al setaccio n. 10, dal 10 al 25% al setaccio n. 40 e dal 3 al 10% al setaccio n. 200.
- 3) negli strati di fondazione, di cui ai precedenti paragrafi 1) e 2), l'indice di plasticità non deve essere superiore a 6, il limite di fluidità non deve superare 25 e la frazione passante al setaccio n. 200 A.S.T.M. deve essere preferibilmente la metà di quella passante al setaccio n. 40 e in ogni caso non deve superare i due terzi di essa.
- 4) strato superiore della sovrastruttura: tipo miscela sabbia-argilla: valgono le stesse condizioni granulometriche di cui al paragrafo 1);
- 5) strato superiore della sovrastruttura: tipo della miscela ghiaia o pietrisco, sabbia ed argilla: deve essere interamente passante dal setaccio da 25 mm ed almeno il 65% al setaccio da 10 mm, dal 55 all'85% al setaccio n. 4, dal 40 al 70% al setaccio n. 10, dal 25 al 45% al setaccio n. 40 e dal 10 al 25% al setaccio n. 200;
- 6) negli strati superiori 4) e 5) l'indice di plasticità non deve essere superiore a 9 né inferiore a 4; il limite di fluidità non deve superare 35; la frazione di passante al setaccio n. 200 deve essere inferiore ai due terzi della frazione passante al n. 40.

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

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

Per gli strati superiori si farà uso di materiali lapidei più duri tali da assicurare un C.B.R. saturo di almeno 80; la granulometria dovrà essere tale da dare la minima percentuale di vuoti; il potere legante del materiale non dovrà essere inferiore a 30; la dimensione massima degli aggregati non dovrà superare i 6 cm.

- h) **Pietrame.** - Le pietre naturali da impiegarsi nella muratura e per qualsiasi altro lavoro dovranno corrispondere ai requisiti richiesti dalle norme in vigore e dovranno essere a grana compatta ed ognuna monda da cappellaccio, esenti da piani di sfaldamento, senza screpolature, peli, venature, interclusioni di sostanze estranee; dovranno avere dimensioni adatte al particolare loro impiego ed offrire una resistenza proporzionata all'entità della sollecitazione cui devono essere assoggettate.

Saranno escluse le pietre alterabili all'azione degli agenti atmosferici e dell'acqua corrente.

Le pietre da taglio, oltre a possedere gli accennati requisiti e caratteri generali, dovranno essere sonore alla percussione, immuni da fenditure e litoclasti e di perfetta lavorabilità.

Il profilo dovrà presentare una resistenza alla compressione non inferiore a 1600 kg/cm² ed una resistenza all'attrito radente (Dorry) non inferiore a quella del granito di S. Fedelino, preso come termine di paragone.

- i) **Tufi.** - Le pietre di tufo dovranno essere di struttura compatta ed uniforme, evitando quelle pomiciose e facilmente friabili, nonché i cappellacci e saranno impiegati solo in relazione alla loro resistenza.

- l) **Cubetti di pietra.** - I cubetti di pietra da impiegare per la pavimentazione stradale debbono rispondere alle norme di accettazione emanate dal Consiglio Nazionale delle Ricerche.

- m) **Mattoni.** - I mattoni dovranno essere ben formati con facce regolari, a spigoli vivi, di grana fina, compatta ed omogenea; presentare tutti i caratteri di una perfetta cottura, cioè essere duri, sonori alla percussione e non vetrificati; essere esenti da calcinelli e scevri da ogni difetto che possa nuocere alla buona riuscita delle murature; aderire fortemente alle malte; essere resistenti alla cristallizzazione dei solfati alcalini; non contenere solfati solubili od ossidi alcalino-terrosi, ed infine non essere eccessivamente assorbenti.

I mattoni, inoltre, debbono resistere all'azione delle basse temperature, cioè se sottoposti quattro mattoni segati a metà, a venti cicli di immersione in acqua a 35 °C, per la durata di 3 ore e per altre 3 ore posti in frigorifero alla temperatura di -10°, i quattro provini fatti con detti laterizi sottoposti alla prova di compressione debbono offrire una resistenza non minore dell'80% della resistenza presentata da quelli provati allo stato asciutto.

I mattoni di uso corrente dovranno essere parallelepipedi, di lunghezza doppia della larghezza, di modello costante e presentare, sia all'asciutto che dopo prolungata immersione nell'acqua, una resistenza minima allo schiacciamento di almeno 160 Kg/cm².

Essi dovranno corrispondere alle prescrizioni vigenti in materia.

- n) **Materiali ferrosi.** - I materiali ferrosi da impiegare nei lavori dovranno essere esenti da scorie, soffiature, breccie, paglie o da qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura, fucinatura e simili.

Essi dovranno rispondere a tutte le condizioni previste dalle vigenti disposizioni legislative, dal D.M. 14 gennaio 2008, nonché dalle norme UNI vigenti e presentare inoltre, a seconda della loro qualità, i seguenti requisiti:

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

2° Acciaio dolce laminato. - L'acciaio extradolce laminato (comunemente chiamato ferro omogeneo) dovrà essere eminentemente dolce e malleabile, perfettamente lavorabile a freddo ed a caldo, senza presentare screpolature od alterazioni; dovrà essere saldabile e non suscettibile di prendere la tempra.

Alla rottura dovrà presentare struttura finemente granulare ed aspetto sericeo.

3° Acciaio fuso in getti. - L'acciaio in getti per cuscinetti, cerniere, rulli di ponti e per qualsiasi altro lavoro, dovrà essere di prima qualità, esente da soffiature e da qualsiasi altro difetto.

4° L'acciaio sagomato ad alta resistenza dovrà essere del tipo qualificato e controllato e con caratteristiche conformi al D.M. 14 gennaio 2008.

Le caratteristiche e le modalità degli acciai ad aderenza migliorata saranno quelle indicate nel D.M. 14 gennaio 2008.

5° Ghisa. - La ghisa dovrà essere di prima qualità e di seconda fusione, dolce, tenace, leggermente malleabile, facilmente lavorabile con la lima e con lo scalpello; di frattura grigia, finemente granosa e perfettamente omogenea, esente da screpolature, vene, bolle, sbavature, asperità ed altri difetti capaci di menomarne la resistenza. Dovrà essere inoltre perfettamente modellata.

È assolutamente escluso l'impiego di ghise fosforose.

- o) Legname.** - I legnami, da impiegare in opere stabili o provvisorie, di qualunque essenza essi siano, dovranno rispondere a tutte le prescrizioni della vigente normativa, saranno provveduti tra le più scelte qualità della categoria prescritta e non presenteranno difetti incompatibili con l'uso a cui sono destinati.

I requisiti e le prove dei legnami saranno quelli contenuti nelle vigenti norme UNI.

Il tavolame dovrà essere ricavato dalle travi più dritte, affinché le fibre non riescano mozze dalla sega e si ritirino nelle connessioni. I legnami rotondi o pali dovranno provenire dal vero tronco dell'albero e non dai rami, dovranno essere sufficientemente dritti, in modo che la congiungente i centri delle due basi non debba uscire in alcun punto del palo; dovranno essere scortecciati per tutta la loro lunghezza e conguagliati alla superficie; la differenza fra i diametri medi delle estremità non dovrà oltrepassare i 15 millesimi della lunghezza, né il quarto del maggiore dei due diametri.

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

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

- p) Geotessili.** - I prodotti da utilizzarsi per costituire strati di separazione, contenimento, filtranti, drenaggio in opere di terra (rilevati, scarpate, strade, giardini, ecc.).

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

Dovrà essere fornito in opera in rotoli di larghezza la più ampia possibile in relazione al modo d'impiego. Il piano di stesa del geotessile dovrà essere perfettamente regolare.

Dovrà essere curata la giunzione dei teli mediante sovrapposizione di almeno 30 cm nei due sensi longitudinale e trasversale. I teli non dovranno essere in alcun modo esposti al diretto passaggio dei mezzi di cantiere prima della loro totale copertura con materiale da rilevato per uno spessore di almeno 30 cm.

Il geotessile dovrà essere conforme alle seguenti norme UNI EN 13249, UNI EN 13251, UNI EN 13252, UNI EN 13253, UNI EN 13254, UNI EN 13255, UNI EN 13256, UNI EN 13257, UNI EN 13265 ove applicabili.

Prove dei materiali

In correlazione a quanto prescritto circa la qualità e le caratteristiche dei materiali per la loro accettazione, l'Appaltatore sarà obbligato a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegarsi, nonché a quelle di campioni di lavori eseguiti, da prelevare in opera, sottostando a tutte le spese di prelevamento ed invio di campioni ad Istituto Sperimentale debitamente riconosciuto.

L'Appaltatore sarà tenuto a pagare le spese per dette prove, secondo le tariffe degli istituti stessi.

Dei campioni potrà essere ordinata la conservazione nel competente Ufficio Dirigente, munendoli di sigilli e firma della Direzione dei lavori e dell'Appaltatore, nei modi più adatti a garantire l'autenticità.

Art. 1.3 RIFIUTI

Sono a carico dell'Appaltatore la pulizia quotidiana del cantiere e delle specifiche aree di lavoro, compreso lo smaltimento dei relativi rifiuti (raccolta – stoccaggio - trasporto e conferimento) differenziato per i rifiuti tossici e/o nocivi per i quali la raccolta, lo stoccaggio, il trasporto e la distribuzione dovrà avvenire tramite ditta specializzata ed autorizzata ai sensi della normativa vigente.

Come specificato nell'EPU, il compenso per le indennità di smaltimento, previsto nel CME, sarà corrisposto soltanto dietro consegna della copia del quarto esemplare controfirmato dal destinatario del formulario di identificazione redatto conformemente alle disposizioni emanate in materia di rifiuti. Pertanto è a carico dell'Appaltatore la consegna dei medesimi, pena la non contabilizzazione. Detti formulari varranno quindi come identificativi delle effettive quantità da contabilizzare.

Al fine di contabilizzare le **indennità di discarica** per lo smaltimento delle terre di scavo e dei materiali da demolizione con unità di misura in peso (tonnellata), i **pesi specifici** convenzionalmente da considerare per la conversione da unità di volume a peso saranno i seguenti:

- Conglomerato bituminoso **fresato: 2,35 ton/mc;**
- Conglomerato bituminoso **in croste: 2,35 ton/mc;**
- Terreni di scavo classificati come **"terre e rocce da scavo"** (colonna A e B del D.Lgs. 152/2006, all. 5 parte IV tab. 1): **1,80 ton/mc;**
- **Materiali** non pericolosi provenienti da attività di **demolizione e costruzione: 2,50 ton/mc.**

Qualora l'Appaltatore ritenesse i pesi specifici sopra elencati non rispondenti alla densità reale, dovrà fornire alla D.LL. idonee dimostrazioni tramite prove eseguite da laboratori ufficiali su campioni prelevati in sito in posizioni ed in quantità scelte dalla D.LL.; il tutto a proprie spese.

Art. 1.4 OCCUPAZIONE, APERTURA E SFRUTTAMENTO DELLE CAVE

Fermo restando quanto prescritto nel presente Capitolato circa la provenienza dei materiali, resta stabilito che tutte le pratiche e gli oneri inerenti alla ricerca, occupazione, apertura e gestione delle cave sono a carico esclusivo dell'Appaltatore, rimanendo la Stazione Appaltante sollevata dalle conseguenze di qualsiasi difficoltà che l'Appaltatore potesse incontrare a tale riguardo. Al momento della Consegna dei lavori, l'Appaltatore dovrà indicare le cave di cui intende servirsi e garantire che queste siano adeguate e capaci di fornire in tempo utile e con continuità tutto il materiale necessario ai lavori con le prescritte caratteristiche.

L'Impresa resta responsabile di fornire il quantitativo e di garantire la qualità dei materiali occorrenti al normale avanzamento dei lavori anche se, per far fronte a tale impegno, l'Impresa medesima dovesse abbandonare la cava o località di provenienza, già ritenuta idonea, per attivarne altre ugualmente idonee; tutto ciò senza che l'Impresa possa avanzare pretese di speciali compensi o indennità.

In ogni caso all'Appaltatore non verrà riconosciuto alcun compenso aggiuntivo qualora, per qualunque causa, dovesse variare in aumento la distanza dalle cave individuate ai siti di versamento in cantiere.

Anche tutti gli oneri e prestazioni inerenti al lavoro di cava, come pesatura del materiale, trasporto in cantiere, lavori inerenti alle opere morte, pulizia della cava con trasporto a rifiuto della terra vegetale e del cappellaccio, costruzione di strade di servizio e di baracche per ricovero di operai o del personale di sorveglianza della Stazione Appaltante e quanto altro occorrente sono ad esclusivo carico dell'Impresa.

L'Impresa ha la facoltà di adottare, per la coltivazione delle cave, quei sistemi che ritiene migliori nel proprio interesse, purché si uniformi alle norme vigenti ed alle ulteriori prescrizioni che eventualmente fossero impartite dalle Amministrazioni statali e dalle Autorità militari, con particolare riguardo a quella mineraria di pubblica sicurezza, nonché dalle Amministrazioni regionali, provinciali e comunali.

L'Impresa resta in ogni caso l'unica responsabile di qualunque danno od avaria potesse verificarsi in dipendenza dei lavori di cava od accessori.

Art. 1.5 TRACCIAMENTI

Prima di porre mano ai lavori di sterro o riporto, l'Appaltatore è obbligato ad eseguire la picchettazione completa del lavoro, in modo che risultino indicati i limiti degli scavi e dei riporti. A tempo debito dovrà pure stabilire, nei tratti indicati dalla Direzione dei Lavori, le modine o garbe necessarie a determinare con precisione l'andamento delle scarpate tanto degli sterri che dei rilevati, curandone poi la conservazione e rimettendo quelli manomessi durante l'esecuzione dei lavori.

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

Art. 1.6 SCAVI E RILEVATI IN GENERE

Gli scavi ed i rilevati saranno eseguiti conformemente alle previsioni di progetto, salvo le eventuali varianti che fossero disposte dalla Direzione dei Lavori.

Le terre, macinati e rocce da scavo, per la formazione di aree prative, sottofondi, reinterri, riempimenti, rimodellazioni e rilevati, conferiti in cantiere, devono rispettare le norme vigenti, i limiti previsti dalla Tabella 1 - Valori di concentrazione limite accettabili nel suolo e nel sottosuolo riferiti alla specifica destinazione d'uso dei siti da bonificare, colonna A (Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale) e colonna B (Siti ad uso Commerciale ed Industriale) dell'Allegato 5 al Titolo V della Parte Quarta del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. e il D.M. 161/2012 "Regolamento recante la disciplina dell'utilizzazione delle terre e rocce da scavo".

L'Appaltatore dovrà consegnare le trincee e i rilevati, nonché gli scavi o riempimenti in genere, al giusto piano prescritto, con scarpate regolari e spianate, con i cigli bene tracciati e profilati, compiendo a sue spese, durante l'esecuzione dei lavori, fino al collaudo, gli occorrenti ricarichi o tagli, la ripresa e sistemazione delle scarpate e banchine e l'espurgo dei fossi.

In particolare si prescrive:

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

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

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

Le località per tali depositi a rifiuto dovranno essere scelte in modo che le materie depositate non arrechino danno ai lavori od alle proprietà pubbliche e private nonché al libero deflusso delle acque pubbliche e private.

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

Qualora i materiali siano ceduti all'Appaltatore, il prezzo ad essi convenzionalmente attribuito deve essere dedotto dall'importo netto dei lavori, salvo che la deduzione non sia stata già fatta nella determinazione dei prezzi.

- b) Rilevati.** - Per la formazione dei rilevati si impiegheranno in generale e salvo quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di cui alla precedente lettera a), se disponibili ed adatte, a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori, per la formazione dei rilevati, dopo aver provveduto alla cernita ed alla eliminazione del materiale non ritenuto idoneo. Potranno essere altresì utilizzate nei rilevati, per la loro formazione, anche le materie provenienti da scavi di opere d'arte e sempreché disponibile ed egualmente ritenute idonee e previa cernita e separazione dei materiali utilizzabili di cui sopra. Quando venissero a mancare in tutto o in parte i materiali di cui sopra, si provvederanno le materie occorrenti scavandole, o come si suol dire prelevandole, da cave di prestito che forniscano materiali riconosciuti pure idonei dalla Direzione dei Lavori.

Le dette cave di prestito da aprire a totale cura e spese dell'Appaltatore al quale sarà corrisposto il solo prezzo unitario di elenco per le materie scavate di tale provenienza, debbono essere coltivate in modo che, tanto durante l'esecuzione degli scavi quanto a scavo ultimato, sia provveduto al loro regolare e completo scolo e restino impediti ristagni di acqua ed impaludamenti. A tale scopo l'Appaltatore, quando occorra, dovrà aprire, sempre a sua cura e spese, opportuni fossi di scolo con sufficiente pendenza.

Le cave di prestito dovranno avere una profondità tale da non pregiudicare la stabilità di alcuna parte dell'opera appaltata, né comunque danneggiare opere pubbliche o private.

Il suolo costituente la base sulla quale si dovranno impiantare i rilevati dovrà essere accuratamente preparato, 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 base dei suddetti rilevati, se ricadente su terreno pianeggiante, dovrà essere inoltre arata, e se cadente sulla scarpata di altro rilevato esistente o su terreno a declivio trasversale superiore al quindici per cento, dovrà essere preparata a gradini alti circa 30 cm, con inclinazione inversa a quella del rilevato esistente o del terreno.

La terra da trasportare nei rilevati dovrà essere anch'essa previamente espurgata da erbe, canne, radici e da qualsiasi altra materia eterogenea e dovrà essere disposta in rilevato a cordoli alti da 0,30 m a 0,50 m, bene pigiata ed assodata con particolare diligenza specialmente nelle parti addossate alle murature.

Sarà obbligo dell'Appaltatore, escluso qualsiasi compenso, di dare ai rilevati, durante la loro costruzione, quelle maggiori dimensioni richieste dall'asestamento delle terre, affinché, all'epoca del collaudo, i rilevati eseguiti abbiano dimensioni non inferiori a quelle prescritte.

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 inoltre dei solchi per il collegamento delle nuove materie con quelle prima impiegate.

Qualora gli scavi ed il trasporto avvengano meccanicamente, si avrà cura che il costipamento sia realizzato costruendo il rilevato in strati di modesta altezza non eccedenti i 30 o i 50 centimetri. Comunque, dovrà farsi in modo che durante la costruzione si conservi un tenore di acqua conveniente, evitando di formare rilevati con terreni la cui densità ottima sia troppo rapidamente variabile col tenore in acqua, e si eseguiranno i lavori, per quanto possibile, in stagione non piovosa, avendo cura, comunque, di assicurare lo scolo delle acque superficiali e profonde durante la costruzione.

Per il rivestimento delle scarpate si dovranno impiegare terre vegetali per gli spessori previsti in progetto od ordinati dalla Direzione dei Lavori.

Art. 1.7 RILEVATI COMPATTATI

I rilevati compattati saranno costituiti da terreni adatti, esclusi quelli vegetali (vedi norme di cui all'articolo "*Qualità e Provenienza dei Materiali*" lettera f), da mettersi in opera a strati non eccedenti i 25-30 cm costipati meccanicamente mediante idonei attrezzi (rulli a punte, od a griglia, nonché quelli pneumatici zavorrati secondo la natura del terreno ed eventualmente lo stadio di compattazione - o con piastre vibranti) regolando il numero dei passaggi e l'aggiunta dell'acqua (innaffiamento) in modo da ottenere ancor qui una densità pari al 90% di quella Proctor. Ogni strato sarà costipato nel modo richiesto prima di procedere a ricoprirlo con altro strato ed avrà superiormente la sagoma della monta richiesta per l'opera finita, così da evitarsi ristagni di acqua e danneggiamenti. Qualora nel materiale che costituisce il rilevato siano incluse pietre, queste dovranno risultare ben distribuite nell'insieme dello strato: comunque nello strato superiore sul quale appoggia l'impianto della sovrastruttura tali pietre non dovranno avere dimensioni superiori a 10 cm.

Il terreno di impianto dei rilevati compattati che siano di altezza minore di 0,50 m, qualora sia di natura sciolta o troppo umida, dovrà ancor esso essere compattato, previa scarificazione, al 90% della densità massima, con la

relativa umidità ottima. Se detto terreno di impianto del rilevato ha scarsa portanza lo si consoliderà preliminarmente per l'altezza giudicata necessaria, eventualmente sostituendo il terreno in posto con materiali sabbiosi o ghiaiosi.

Particolare cura dovrà avervi nei riempimenti e costipazioni a ridosso dei piedritti, muri d'ala, muri andatori ed opere d'arte in genere.

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 inferiori a quelle prescritte.

Fa parte della formazione del rilevato oltre la profilatura delle scarpate e delle banchine e dei cigli, e la costruzione degli arginelli se previsti, il ricavare nella piattaforma, all'atto della costruzione e nel corso della sistemazione, il cassonetto di dimensione idonea a ricevere l'ossatura di sottofondo e la massicciata.

Non si potrà sospendere la costruzione di un rilevato, qualunque ne 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 spurgato dalle erbe e cespugli che vi fossero nati, nonché configurato a gradoni, praticandovi inoltre dei solchi per il collegamento delle nuove materie con quelle prima impiegate.

In corso di lavoro l'Appaltatore dovrà curare l'apertura di fossetti di guardia a monte scolanti, anche provvisori, affinché le acque piovane non si addossino alla base del rilevato in costruzione.

Nel caso di rilevati compattati su base stabilizzata, i fossi di guardia scolanti al piede dei rilevati dovranno avere possibilmente il fondo più basso dell'impianto dello strato stabilizzato.

Art. 1.8 SCAVI DI SBANCAMENTO

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

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

Appartengono alla categoria degli scavi di sbancamento così generalmente definiti tutti i cosiddetti scavi di spleamento e quelli per allargamento di trincee, tagli di scarpate di rilevati per costruirvi opere di sostegno, scavi per incassatura di opere d'arte (spalle di ponti, spallette di briglie, ecc.) eseguiti superiormente al piano orizzontale determinato come sopra, considerandosi come piano naturale anche l'alveo dei torrenti e dei fiumi.

Art. 1.9 SCAVI DI FONDAZIONE

Per scavi di fondazione in generale si intendono quelli ricadenti al di sotto del piano orizzontale di cui all'articolo precedente, chiusi fra le pareti verticali riproducenti il perimetro delle fondazioni delle opere d'arte. Qualunque sia la natura e la qualità del terreno, gli scavi per fondazione dovranno essere spinti fino alla profondità che dalla Direzione dei Lavori verrà ordinata all'atto della loro esecuzione.

Le profondità che si trovino indicate nei disegni di consegna sono perciò di semplice avviso e la Stazione 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.

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

I piani di fondazione dovranno essere generalmente orizzontali, ma per quelle opere che cadono sopra a falde inclinate potranno, a richiesta della Direzione dei Lavori, essere disposti a gradini ed anche con determinate contropendenze.

Gli scavi di fondazione dovranno di norma essere eseguiti a pareti verticali e l'Appaltatore dovrà, occorrendo, sostenerle con conveniente armatura e sbadacchiature, restando a suo carico ogni danno alle cose ed alle persone che potesse verificarsi per smottamenti o franamenti dei cavi. Questi potranno però, ove ragioni speciali non lo vietino, essere eseguiti con pareti a scarpata. In questo caso non sarà compensato il maggiore scavo eseguito, oltre quello strettamente occorrente per la fondazione dell'opera, e l'Appaltatore dovrà provvedere a sue cure e spese al successivo riempimento del vuoto rimasto intorno alle murature di fondazione dell'opera, con materiale adatto, ed al necessario costipamento di quest'ultimo.

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

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

Qualora gli scavi si debbano eseguire in presenza di acqua e questa si elevi negli scavi, non oltre però il limite massimo di 20 cm (di seguito contemplato), l'Appaltatore dovrà provvedere, se richiesto dalla Direzione dei Lavori, all'esaurimento dell'acqua stessa coi mezzi che saranno ritenuti più opportuni.

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

Gli scavi di fondazione che si devono eseguire a profondità maggiore di 20 cm (centimetri venti) sotto il livello costante a cui si stabiliscono le acque eventualmente esistenti nel terreno, sono considerati come scavi subacquei per tutto il volume ricadente al disotto del piano di livello situato alle cennate profondità d'acqua di 20 cm. Quindi il volume ricadente nella zona dei 20 centimetri suddetti verrà considerato, e perciò pagato, come gli scavi di fondazione in presenza di acqua, precedentemente indicati, ma non come scavo subacqueo.

Gli scavi subacquei saranno invece pagati col relativo prezzo di elenco, nel quale sono compresi tutti gli occorrenti aggettamenti od esaurimenti di acqua con qualsiasi mezzo siano eseguiti o si ritenga opportuno eseguirli.

In mancanza del prezzo suddetto e qualora si stabilissero acque nei cavi in misura superiore a quella di cui sopra, l'Appaltatore dovrà ugualmente provvedere ai necessari esaurimenti col mezzo che si ravviserà più opportuno: e tali esaurimenti saranno compensati a parte ed in aggiunta ai prezzi di elenco per gli scavi in asciutto od in presenza di acqua.

L'Appaltatore sarà però tenuto ad evitare l'affluenza entro i cavi di fondazione di acque provenienti dall'esterno. Nel caso che ciò si verificasse resterà a suo totale carico la spesa per i necessari aggettamenti.

Art. 1.10 FRESATURA DI STRATI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO

La fresatura della sovrastruttura per la parte legata a bitume per l'intero spessore o parte di esso dovrà essere effettuata con idonee attrezzature, munite di frese a tamburo, funzionanti a freddo, munite di nastro caricatore per il carico del materiale di risulta.

Sarà facoltà della Direzione dei Lavori accettare eccezionalmente l'impiego di attrezzature tradizionali quali ripper, demolitori, escavatori ecc.

Le attrezzature tutte dovranno essere perfettamente efficienti e funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e funzionamento approvato preventivamente dalla Direzione dei Lavori.

La superficie del cavo dovrà risultare perfettamente regolare in tutti i punti, priva di residui di strati non completamente fresati che possano compromettere l'aderenza delle nuove stese da porre in opera. L'Impresa si dovrà scrupolosamente attenere agli spessori di demolizione stabiliti dalla Direzione dei Lavori.

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 fresatura.

Lo spessore della fresatura dovrà essere mantenuto costante in tutti i punti e sarà valutato mediando l'altezza delle due pareti laterali con quella della parte centrale del cavo.

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

Le pareti dei tagli longitudinali dovranno risultare perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e privo di sgretolature.

Sia il piano fresato che le pareti dovranno, prima della posa in opera dei nuovi strati, risultare perfettamente puliti, asciutti e uniformemente rivestiti dalla mano di attacco in legante bituminoso.

La fresatura sarà spinta fino alla profondità ritenuta necessaria dalla Direzione dei Lavori, provvedendo poi alla successiva vagliatura ed eventuale raccolta in cumuli del materiale riutilizzabile per l'impiego a norma della UNI/TS 11688 e del D.M. 69/2018, su aree di deposito procurate a cura e spese dell'Appaltatore.

Le fessure lungo i marciapiedi e le piste ciclabili dovranno essere eseguite con eventuale utilizzo di fresatrici di ridotte dimensioni o a mano.

Il prezzo delle fresature comprende tutti gli oneri per l'esecuzione della fresatura a ridosso di recinzioni private, attorno ai chiusini di qualsiasi materiale, forma e dimensione, gli oneri per fresatura attorno a sostegni stradali o qualsiasi altro tipo di oggetto non rimovibile esistente sulla superficie di intervento, la pulizia di pozzetti/caditoie/griglie dal materiale fresato e/o demolito e qualsiasi altro onere per dare l'opera compiuta a perfetta regola d'arte.

Qualora non si ritenessero sufficienti le condizioni di sicurezza contro i pericoli delle mine per gli abitanti in vicinanza dei lavori, essi saranno fatti sgombrare in tempo utile o difesi con opportune palizzate o steccati di riparo, tutto a spese dell'Appaltatore e sempre sotto la sua responsabilità.

Art. 1.11 ARMATURE E SBADACCHIATURE SPECIALI PER SCAVI DI FONDAZIONE

Le armature occorrenti per gli scavi di fondazione debbono essere eseguite a regola d'arte ed assicurate in modo da impedire qualsiasi deformazione dello scavo e lo smottamento delle materie. Esse restano a totale carico

dell'Appaltatore, essendo compensate col prezzo di elenco per lo scavo finché il volume del legname non supera il ventesimo del volume totale dello scavo nella parte le cui pareti vengono sostenute da armature. Quando il volume dei legnami supera invece tale limite, le armature sono pagate col compenso previsto in elenco e che si applica al volume dei legnami e tavole in opera per la parte eccedente il ventesimo di cui sopra, rimanendo gli eventuali materiali di ricavo dalla demolizione delle armature in proprietà dell'Appaltatore.

Art. 1.12 PARATIE O CASSERI IN LEGNAME PER FONDAZIONI

Le paratie o casseri in legname occorrenti per le fondazioni debbono essere formati con pali o tavoloni o palancole infissi nel suolo e con longarine o filagne di collegamento in uno o più ordini, a distanza conveniente, della qualità e dimensioni che saranno prescritte. I tavoloni debbono essere battuti a perfetto contatto l'uno con l'altro; ogni palo o tavolone che si spezzi sotto la battitura, o che nella discesa devii dalla verticale, deve essere estratto e sostituito a cura ed a spese dell'Appaltatore; esso può essere reinserito regolarmente se ancora utilizzabile a giudizio della Direzione dei Lavori.

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

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

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

Art. 1.13 DEMOLIZIONI

Le demolizioni in genere saranno eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni, in modo da non danneggiare le residue murature, da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro e da evitare incomodi, danni collaterali e disturbi.

Rimane pertanto vietato di gettare dall'alto i materiali in genere, che invece devono essere trasportati o guidati in basso, e di sollevare polvere, per il che tanto le murature quanto i materiali di risulta dovranno essere opportunamente bagnati.

Nelle demolizioni e rimozioni l'Appaltatore deve inoltre provvedere alle eventuali necessarie puntellature per sostenere le parti che devono restare e disporre in modo da non deteriorare i materiali risultanti, i quali devono ancora potersi impiegare nei limiti concordati con la Direzione dei Lavori, sotto pena di rivalsa di danni verso la Stazione Appaltante.

I materiali provenienti da escavazioni o demolizioni sono di proprietà della Stazione Appaltante la quale potrà ordinare all'Appaltatore di impiegarli in tutto od in parte nei lavori appaltati.

L'Appaltatore dovrà provvedere per la loro cernita, trasporto in deposito, ecc. intendendosi di ciò compensato coi prezzi degli scavi e delle demolizioni relative.

Qualora detti materiali siano ceduti all'Appaltatore, il prezzo ad essi convenzionalmente attribuito deve essere dedotto dall'importo netto dei lavori, salvo che la deduzione non sia stata già fatta nella determinazione dei prezzi.

I materiali non utilizzati provenienti dalle demolizioni dovranno sempre, e al più presto, venire trasportati, a cura e spese dell'Impresa, in rifiuto alle pubbliche discariche e comunque fuori la sede dei lavori con le norme o cautele disposte per gli analoghi scarichi in rifiuto di materie di cui all'articolo "Scavi e Rilevati in Genere", lettera a).

Art. 1.14 ACQUEDOTTI E TOMBINI TUBOLARI

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

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

I tubi saranno posati in opera alle livellette e piani stabiliti e su di una platea di calcestruzzo magro a 2 q di cemento per m³ di impasto in opera dello spessore più sotto indicato, salvo diversa prescrizione della Direzione dei Lavori. Verranno inoltre rinfiancati di calcestruzzo a 2,50 q di cemento per m³ di impasto in opera a seconda della sagomatura prevista nei disegni di progetto, previa perfetta sigillatura dei giunti con malta di puro cemento.

Dimensione dei tubi e spessore della platea

Ø Tubi in cm	Spessore dei tubi in mm	Spessore della platea in cm
80	70	20

100	85	25
120	100	30

Manufatti tubolari in lamiera zincata

Le prescrizioni che seguono si riferiscono a manufatti per tombini e sottopassi aventi struttura portante costituita da lamiera di acciaio con profilatura ondulata con onda normale alla generatrice.

L'acciaio della lamiera ondulata sarà dello spessore di 1,5 mm con tolleranza UNI (Norma UNI EN 10162 e UNI 8661), con carico unitario di rottura non minore di 34 Kg/mm² e sarà protetto su entrambe le facce da zincatura bagno caldo praticata dopo l'avvenuto taglio e piegatura dell'elemento in quantità non inferiore a 305 g/m² per faccia.

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

Le strutture finite dovranno essere esenti da difetti come: soffiature, bolle di fusione, macchie, scalfiture, parti non zincate, ecc. Per manufatti da impiegare in ambienti chimicamente aggressivi si dovrà provvedere alla loro protezione mediante rivestimento di mastice bituminoso, asfaltico o equivalente avente uno spessore minimo di 1,5 mm inserito sulla cresta delle ondulazioni, che dovrà corrispondere ad un peso di 1,5 Kg/m² per faccia applicato a spruzzo o a pennello, ovvero di bitume ossidato applicato mediante immersione a caldo negli stessi quantitativi precedentemente indicati.

Alla Direzione dei Lavori è riservato di far assistere proprio personale alla fabbricazione dei manufatti allo scopo di controllare la corretta esecuzione secondo le prescrizioni sopra indicate ed effettuare presso lo stabilimento di produzione le prove chimiche e meccaniche per accertare la qualità e lo spessore del materiale; tale controllo potrà essere fatto in una qualunque delle fasi di fabbricazione senza peraltro intralciare il normale andamento della produzione.

Il controllo del peso di rivestimento di zinco sarà effettuato secondo le norme indicate dalle specifiche ASTM A 90. Il controllo della centratura della zincatura sarà eseguito immergendo i campioni in una soluzione di CuSO₄, nella misura di 36 g ogni 100 di acqua distillata (come previsto dalle tabelle UNI EN 10244-1 e UNI EN 10244-2). Essi dovranno resistere all'immersione senza che appaiano evidenti tracce di rame.

Il controllo dello spessore verrà fatto sistematicamente ed avrà esito positivo se gli spessori misurati in più punti del manufatto rientrano nei limiti delle tolleranze prescritte.

Nel caso che gli accertamenti su un elemento non trovino corrispondenza alle caratteristiche previste ed il materiale presenti evidenti difetti saranno presi in esame altri 2 elementi; se l'accertamento di questi 2 elementi è positivo si accetta la partita, se negativo si scarta la partita. Se un elemento è positivo e l'altro no, si controllano 3 elementi, se uno di questi è negativo si scarta la partita.

I pesi, in rapporto allo spessore dei vari diametri impiegati, dovranno risultare da tabelle fornite da ogni fabbricante, con tolleranza del $\pm 5\%$.

Agli effetti contabili sarà compensato il peso effettivo risultante da apposito verbale di pesatura eseguito in contraddittorio purché la partita rientri nei limiti di tolleranza sopraindicati. Qualora il peso effettivo sia inferiore al peso diminuito della tolleranza, la Direzione dei Lavori non accetterà la fornitura. Se il peso effettivo fosse invece superiore al peso teorico aumentato della tolleranza, verrà compensato solo il peso teorico aumentato dei valori della tolleranza.

Le strutture impiegate saranno dei seguenti tipi:

1) Ad elementi incastrati per tombini.

L'ampiezza dell'onda sarà di 67,7 mm (pollici 2 e 3/4) e la profondità di 12,7 mm (1/2 pollice); la lunghezza dell'intero manufatto, al netto di eventuali testate, sarà un multiplo di 0,61 m (2 piedi).

Il tipo sarà costituito da due mezze sezioni cilindriche ondulate, curvate al diametro prescritto; dei due bordi longitudinali di ogni elemento l'uno sarà a diritto-filo e l'altro ad intagli, tali da formare quattro riseghe atte a ricevere, ad "incastro", il bordo diritto dell'altro elemento.

Nel montaggio del tubo le sovrapposizioni circolari dovranno essere sfalsate, facendo sì che ogni elemento superiore si innesti sulla metà circa dei due elementi inferiori corrispondenti.

Gli opposti elementi verranno legati fra loro, in senso longitudinale mediante appositi ganci in acciaio zincato.

Le forme impiegabili, nel tipo ad elementi incastrati, saranno: la circolare con diametro variabile da 0,30 m a 1,50 m e che potrà essere fornita con una preformazione ellittica massima del 5% in rapporto al diametro, la policentrica anche ribassata con luce minima di 0,30 e luce massima di 1,75 m.

2) A piastre multiple per tombini e sottopassi.

L'ampiezza dell'onda sarà di 152,4 mm (pollici 6) e la profondità di 50,8 mm (pollici 2). Il raggio della curva interna della gola dovrà essere almeno di 28,6 mm (pollici 1/8).

Le piastre saranno fornite in misura standard ad elementi tali da fornire, montate in opera, un vano la cui lunghezza sia multiplo di 0,61 m.

I bulloni di giunzione delle piastre dovranno essere di diametro non inferiore a 3/4 di pollice ed appartenere alla classe G 8 (Norme UNI 3740-1-9-12; UNI EN ISO 4759-1; UNI EN ISO 898-1; UNI EN ISO 898-6; UNI EN ISO 898-2; UNI EN ISO 4042; UNI EN ISO 3269; UNI EN ISO 4759-1 e UNI 7323-1).

Le teste dei bulloni dei cavi dovranno assicurare una perfetta adesione ed occorrendo si dovranno impiegare speciali rondelle. Le forme di manufatti, da realizzarsi mediante piastre multiple circolari, con diametro

compreso da 1,50 m a 6,40 m, potranno essere fornite con una preformazione ellittica massima del 5% in rapporto al diametro; ribassate con luce variabile da 1,80 m a 6,50 m; ad arco con luce variabile da 1,80 m a 9,00 m; policentriche (per sottopassi), con luce variabile da 2,20 m a 7,00 m.

Art. 1.15 MALTE E CONGLOMERATI

I quantitativi dei diversi materiali da impiegare per la composizione delle malte e dei conglomerati, secondo le particolari indicazioni che potranno essere imposte dalla Direzione dei Lavori o stabilite nell'elenco prezzi, dovranno corrispondere alle seguenti proporzioni:

1°	Malta comune: Calce comune in pasta Sabbia	0,45 m³ 0,90 m³
2°	Malta semidraulica di pozzolana: Calce comune in pasta Sabbia Pozzolana	0,45 m³ 0,45 m³ 0,45 m³
3°	Malta idraulica: Calce idraulica Sabbia	0,30 m³ 0,90 m³
4°	Malta idraulica di pozzolana: Calce comune in pasta Pozzolana	0,45 m³ 0,90 m³
5°	Malta cementizia: Agglomerante cementizio a lenta presa Sabbia	0,60 m³ 1,00 m³
6°	Malta cementizia (per intonaci): Agglomerante cementizio a lenta presa Sabbia	0,40 m³ 1,00 m³
7°	Calcestruzzo idraulico (per fondazione): Malta idraulica Pietrisco o ghiaia	0,45 m³ 0,90 m³
8°	Smalto idraulico per cappe: Malta idraulica Pietrisco	0,45 m³ 0,90 m³
9°	Conglomerato cementizio (per fondazioni non armate): Cemento normale (a lenta presa) Sabbia Pietrisco o ghiaia	2,00 q 0,400 m³ 0,800 m³
10°	Conglomerato cementizio (per cunette, piazzuole, ecc.): Agglomerante cementizio a lenta presa Sabbia Pietrisco o ghiaia	2 ÷ 2,5 q 0,400 m³ 0,800 m³
11°	Conglomerato per calcestruzzi semplici ed armati: Cemento Sabbia Pietrisco e ghiaia	3,00 q 0,400 m³ 0,800 m³
12°	Conglomerato per sottofondo di pavimentazioni in cemento a doppio strato: Agglomerante cementizio a lenta presa Sabbia Pietrisco	2,00 q 0,400 m³ 0,800 m³
13°	Conglomerato per lo strato di usura di pavimenti in cemento a due strati, oppure per pavimentazioni ad unico strato: Cemento ad alta resistenza Sabbia Pietrisco	3,50 q 0,400 m³ 0,800 m³

Quando la Direzione dei Lavori ritenesse di variare tali proporzioni, l'Appaltatore sarà obbligato ad uniformarsi alle prescrizioni della medesima, salvo le conseguenti variazioni di prezzo in base alle nuove proporzioni previste. I materiali, le malte ed i conglomerati, esclusi quelli forniti in sacchi di peso determinato, dovranno ad ogni impasto essere misurati con apposite casse della capacità prescritta dalla Direzione dei Lavori e che l'Appaltatore sarà in obbligo di provvedere e mantenere a sue spese costantemente su tutti i piazzali ove verrà effettuata la manipolazione.

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

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

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

Per i conglomerati cementizi semplici o armati gli impasti dovranno essere eseguiti in conformità alle prescrizioni del D.M. 14 gennaio 2008.

Quando sia previsto l'impiego di acciai speciali sagomati ad alto limite elastico deve essere prescritto lo studio preventivo della composizione del conglomerato con esperienze di laboratorio sulla granulometria degli inerti e sul dosaggio di cemento per unità di volume del getto.

Il quantitativo d'acqua deve essere il minimo necessario compatibile con una sufficiente lavorabilità del getto e comunque non superiore allo 0,4 in peso del cemento, essendo inclusa in detto rapporto l'acqua unita agli inerti, il cui quantitativo deve essere periodicamente controllato in cantiere.

I getti debbono essere convenientemente vibrati.

Durante i lavori debbono eseguirsi frequenti controlli della granulometria degli inerti, mentre la resistenza del conglomerato deve essere comprovata da frequenti prove a compressione su cubetti prelevati dai getti; maggiori dettagli nei paragrafi sotto riportati. Gli impasti sia di malta che di conglomerato, dovranno essere preparati solamente nella quantità necessaria, per l'impiego immediato, cioè dovranno essere preparati volta per volta e per quanto è possibile in vicinanza del lavoro. I residui di impasti che non avessero, per qualsiasi ragione, immediato impiego dovranno essere gettati a rifiuto, ad eccezione di quelli di malta formati con calce comune, che potranno essere utilizzati però nella sola stessa giornata del loro confezionamento.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

Art. 1.16 CALCESTRUZZI

Per una corretta progettazione ed esecuzione delle strutture in cemento armato, il calcestruzzo deve essere specificato in funzione dei seguenti parametri caratteristici:

Classe di resistenza del calcestruzzo

Ai fini della valutazione del comportamento e della resistenza delle strutture in calcestruzzo, questo è titolato ed identificato, conformemente al D.M. 17 gennaio 2018 (§ 4.1), mediante la classe di resistenza contraddistinta dai valori caratteristici delle resistenze cilindrica (f_{ck}) e cubica (R_{ck}) a compressione uniassiale, misurate rispettivamente su provini cilindrici (o prismatici) e cubici.

Classi di resistenza a compressione per calcestruzzo normale		
Classe di resistenza a compressione	Resistenza caratteristica cilindrica f_{ck}	Resistenza caratteristica cubica R_{ck}
	[N/mm ²]	[N/mm ²]
<i>Classe di resistenza minima per strutture non armate o a bassa percentuale di armatura</i>		
C8/10	8	10
C12/15	12	15
<i>Calcestruzzo ordinario (NSC): C16/20 - C45/55 [Classe di resistenza minima per strutture semplicemente armate]</i>		
C16/20	16	20
C20/25	20	25
C25/30	25	30
<i>Classe di resistenza minima per strutture precomprese</i>		
C28/35	28	35
C32/40	32	40
C35/45	35	45
C40/50	40	50
C45/55	45	55
<i>Calcestruzzo ad alte prestazioni (HPC): C50/60 - C60/75 [Classe di resistenza massima per strutture tradizionali]</i>		
C50/60	50	60
C55/67	55	67
C60/75	60	75

<i>Calcestruzzo ad alta resistenza (HSC): C70/85 - C90/105</i>		
C70/85	70	85
C80/95	80	95
C90/105	90	105

Il direttore dei lavori eseguirà controlli sistematici in corso d'opera per verificare la conformità delle caratteristiche di calcestruzzo messo in opera rispetto a quello stabilito dal progetto.

Tipologie di controlli

Il controllo di accettazione va eseguito su miscele omogenee e si configura, in funzione del quantitativo di calcestruzzo in accettazione, nel controllo di tipo A o di tipo B.

Controllo di tipo A

Ogni controllo di tipo A è riferito ad un quantitativo di miscela omogenea non maggiore di 300 m³ ed è costituito da tre prelievi, ciascuno dei quali eseguito su un massimo di 100 m³ di getto di miscela omogenea. Risulta quindi un controllo di accettazione ogni 300 m³ massimo di getto. Per ogni giorno di getto va comunque effettuato almeno un prelievo.

Nelle costruzioni con meno di 100 m³ di getto di miscela omogenea, fermo restando l'obbligo di almeno 3 prelievi e del rispetto delle limitazioni di cui sopra, è consentito derogare dall'obbligo di prelievo giornaliero.

Controllo di tipo B

Nella realizzazione di opere strutturali che richiedano l'impiego di più di 1500 m³ di miscela omogenea è obbligatorio il controllo di accettazione di tipo statistico (tipo B).

Il controllo è riferito ad una miscela omogenea e va eseguito con frequenza non minore di un controllo ogni 1500 m³ di calcestruzzo.

Ogni controllo di accettazione di tipo B è costituito da almeno 15 prelievi, ciascuno dei quali eseguito su 100 m³ di getto di miscela omogenea. Per ogni giorno di getto va comunque effettuato almeno un prelievo.

Si ricorda che un prelievo consiste nel prelevare dagli impasti, al momento della posa in opera, il calcestruzzo necessario al confezionamento di 2 cubetti (provini). La media delle resistenze a compressione dei due provini rappresenta la resistenza di prelievo.

Esito del controllo di accettazione

Il controllo di accettazione è positivo ed il quantitativo di calcestruzzo accettato se risultano verificate le seguenti disuguaglianze:

Controllo di tipo A	Controllo di tipo B
$R_{c \min} \geq R_{ck} - 3,5$	
$R_{cm28} \geq R_{ck} + 3,5$ (Numero prelievi: 3)	$R_{cm28} \geq R_{ck} + 1,48 s$ (Numero prelievi ≥ 15)
Dove: R_{cm28} = resistenza media dei prelievi (N/mm ²) $R_{c \min}$ = minore valore di resistenza dei prelievi (N/mm ²) s = scarto quadratico medio	

Prelievo dei provini

Il prelievo dei provini per il controllo di accettazione sarà eseguito alla presenza del Direttore dei Lavori o di un tecnico di sua fiducia che provvederà alla redazione di apposito verbale di prelievo e disporrà l'identificazione dei provini mediante sigle, etichettature indelebili, ecc.; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali dovrà riportare riferimento a tale verbale.

La domanda di prove al laboratorio dovrà essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori e dovrà contenere precise indicazioni sulla posizione delle strutture interessate da ciascun prelievo.

Il contenuto in cemento del calcestruzzo utilizzato nella costruzione delle opere in c.a. previste dal Progetto sarà in generale non inferiore a 250 kg/m³.

Le norme tecniche per le costruzioni D.M. 17.01.2018 consentono l'impiego di aggregati grossi riciclati, limitandone l'utilizzo nelle percentuali come da tabella Tab. 11.2.III in funzione della classe di resistenza del calcestruzzo che si vuole produrre:

Origine del materiale	Classe del calcestruzzo	Percentuale d'impiego
Demolizione edifici (macerie)	= C8/10	Fino al 100%

Demolizione di solo calcestruzzo e c.a. (frammenti di calcestruzzo) $\geq 90\%$, UNI EN 933-11:2009)	$\leq C20/25$ $\leq C30/37$ $\leq C45/55$	Fino al 60% $\leq 30\%$ $\leq 20\%$
Riutilizzo di calcestruzzo interno negli stabilimenti di prefabbricazione qualificati da qualsiasi classe	Classe minore del calcestruzzo di origine Stessa classe del calcestruzzo di origine	Fino al 15% Fino al 10%

Art. 1.16.1 Resistenza meccanica – Rottura a compressione

Definizione

La prova ha lo scopo di determinare il valore di rottura a compressione su provini di conglomerato cementizio indurito di forma cubica e/o cilindrica. In merito alla preparazione, al riempimento delle casseforme, la compattazione del calcestruzzo, il livellamento della superficie, la conservazione ed il trasporto dei provini, si veda la UNI EN 12390-2. Per il prelievo di carote dal calcestruzzo indurito, il loro esame, la loro preparazione per le prove di resistenza a compressione, si veda invece la UNI EN 12504-1.

Le prove a compressione vanno eseguite conformemente alle norme UNI EN 12390-3, tra il 28° e il 30° giorno di maturazione e comunque entro 45 giorni dalla data di prelievo. In caso di mancato rispetto di tali termini le prove di compressione vanno integrate da quelle riferite al controllo della resistenza del calcestruzzo in opera.

La norma di riferimento da seguire per la prova di compressione è la UNI EN 12390-3.

Modalità esecutive

Si dovrà verificare innanzitutto la planarità delle facce del provino. Nel caso non si riscontri tale requisito, si provvederà alla rettifica meccanica del provino.

Con l'ausilio di un calibro, si provvederà alla misurazione delle dimensioni (vedi UNI EN 12390-1), a pesare ed a siglare (con relativa posizione in opera) ciascun provino, riportandone su apposita scheda tutti i dati, nonché la data di prova.

L'apparecchiatura da utilizzare per la prova di compressione dovrà rispondere ai requisiti dettati dalla norma UNI EN 12390-4.

Si presterà attenzione al corretto utilizzo della macchina, in particolare avendo cura di posizionare il provino tra i piatti della pressa centrandolo nel cerchio disegnato nel piatto inferiore.

Riportato il provino in posizione di contrasto col piatto superiore, si provvederà a tarare la macchina con una velocità di prova pari a 50 N/cm²sec.

Gli esiti e i relativi valori di rottura saranno anch'essi annotati, ed in merito si provvederà a trascrivere anche il tipo di rottura (Bipiramidale; Sfaldamento piramidale; Sfaldamento obliquo; Sgretolamento).

I residui della prova saranno depositati in apposita area di stoccaggio del materiale e resteranno a disposizione per almeno 20 giorni prima di essere smaltiti.

Art. 1.17 ACCIAI

Gli acciai per cemento armato sono classificati in due diverse tipologie:

- Acciaio per cemento armato di tipo B450C;
- Acciaio per cemento armato di tipo B450A.

Acciaio per cemento armato di tipo B450C

L'acciaio per cemento armato B450C è caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura da utilizzare nei calcoli:

- $f_{y\ nom} = 450\ N/mm^2$;
- $f_{t\ nom} = 540\ N/mm^2$.

e dal rispetto dei seguenti requisiti:

CARATTERISTICHE	REQUISITI	FRATTILE [%]
Tensione caratteristica di snervamento (f_{yk})	$\geq f_{y\ nom}$	5.0
Tensione caratteristica a carico massimo (f_{tk})	$\geq f_{t\ nom}$	5.0
Rapporto tra tensione a rottura e snervamento (f_t / f_y) _k	$\geq 1,15$ $< 1,35$	10.0
Rapporto tra tensione a snervamento caratteristica e nominale ($f_y / f_{y\ nom}$) _k	$\leq 1,25$	

		10.0
Allungamento (A_{gt}) _k	$\geq 7,5 \%$	10.0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90 ° e successivo raddrizzamento senza cricche: per $\varnothing < 12 \text{ mm}$	4 $\varnothing$	
per $12 \leq \varnothing < 16 \text{ mm}$	5 $\varnothing$	
per $16 < \varnothing \leq 25 \text{ mm}$	8 $\varnothing$	
per $25 < \varnothing \leq 40 \text{ mm}$	10 $\varnothing$	

Acciaio per cemento armato di tipo B450A

L'acciaio per cemento armato B450A è caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura da utilizzare nei calcoli:

- $f_{y \text{ nom}} = 450 \text{ N/mm}^2$;
- $f_{t \text{ nom}} = 540 \text{ N/mm}^2$.

e dal rispetto dei seguenti requisiti:

CARATTERISTICHE	REQUISITI	FRATTILE [%]
Tensione caratteristica di snervamento (f_{yk})	$\geq f_{y \text{ nom}}$	5.0
Tensione caratteristica a carico massimo (f_{tk})	$\geq f_{t \text{ nom}}$	5.0
Rapporto tra tensione a rottura e snervamento (f_t / f_{yk}) _k	$\geq 1,05$	10.0
Rapporto tra tensione a snervamento caratteristica e nominale ($f_y / f_{y \text{ nom}}$) _k	$\leq 1,25$	10.0
Allungamento (A_{gt}) _k	$\geq 2,5 \%$	10.0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90 ° e successivo raddrizzamento senza cricche per $\varnothing < 10 \text{ mm}$	4 $\varnothing$	

Art. 1.17.1 Prove di trazione – su spezzoni da cemento armato

Definizione

La prova ha lo scopo di determinare i valori di snervamento e di rottura, nonché dell'allungamento percentuale a rottura su barre di acciaio per conglomerati cementizi armati.

La norma di riferimento da seguire per la prova di trazione è la UNI EN ISO 6892-1.

Modalità esecutive

Rilevato e annotato il marchio presente sulla barra indicante il produttore, (vedi elenco messo a disposizione dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - www.cslp.it), la barra della lunghezza di almeno 1.05 metri, verrà pesata e sezionata in lunghezze idonee alle prove.

La barra sarà misurata con la precisione del millimetro; con l'impiego della tranciatrice verrà tagliata una provetta di circa 60 cm. La parte restante sarà utilizzata per la prova di piega.

La barretta verrà tacchettata per tutta la sua lunghezza ogni cm.

Si presterà attenzione al corretto utilizzo della macchina, in particolare avendo cura di posizionare la provetta tra le ganasce adatte.

Durante la fase elastica, che si esaurisce con il raggiungimento del carico di snervamento, si rileverà il valore immediatamente prima della ripresa di incremento, individuando quindi lo Snervamento totale.

Durante la fase plastica, si aumenterà il carico di forza fino alla rottura della barretta. Il valore massimo letto alla macchina, corrisponderà al valore di rottura totale.

L'allungamento invece verrà determinato misurando la lunghezza a fine prova di un numero di segmenti, includenti al centro la sezione di rottura, pari a 5 volte il diametro della barra che verrà messo in relazione con la lunghezza iniziale. La differenza, divisa per L_0 , e rapportata a 100 rappresenterà il valore di allungamento percentuale a rottura.

Verrà infine recuperato il grafico del diagramma carichi-cedimenti e su di esso si annoterà: il n° di pratica, il n° del provino, il diametro del provino, la scala utilizzata dalla macchina, la data di prova e la firma.

Gli spezzoni oggetto di prova saranno avvolti da nastro adesivo e, insieme a tutte le altre coppie della stessa pratica, legati, verranno posti nell'area di stoccaggio del materiale provato per almeno 20 giorni.

Art. 1.18 MURATURE DI GETTO O CALCESTRUZZI

Il calcestruzzo da impiegarsi nelle fondazioni delle opere d'arte o in elevazione, o per qualsiasi altro lavoro, sarà composto nelle proporzioni indicate nel presente capitolato e che potranno essere meglio precisate dalla Direzione dei Lavori. Il calcestruzzo sarà messo in opera appena confezionato e disposto a strati orizzontali dell'altezza da 20

a 30 cm, su tutta l'estensione della parte di opera che si esegue ad un tempo, ben battuto e costipato, per modo che non resti alcun vano nello spazio che deve contenerlo nella sua massa. Quando il calcestruzzo sia da collocare in opera entro cavi molto incassati o a pozzo, dovrà essere calato nello scavo mediante secchi a ribaltamento.

Solo in caso di cavi molto larghi, la Direzione dei Lavori potrà consentire che il calcestruzzo venga gettato liberamente, nel qual caso prima del conguagliamento e della battitura per ogni strato di 30 cm di altezza dovrà essere ripreso dal fondo del cavo rimpastato per rendere uniforme la miscela dei componenti.

Quando il calcestruzzo sia gettato sott'acqua, si dovranno impiegare tramogge casse apribili, o quegli altri mezzi di immersione che la Direzione dei Lavori prescriverà, ed usare la diligenza necessaria ad impedire che, nel passare attraverso l'acqua, il calcestruzzo si dilavi e perda, sia pur minimamente, della sua energia.

Finito il getto e spianata con ogni diligenza la superficie superiore, il calcestruzzo dovrà essere lasciato assodare per tutto il tempo che la Direzione dei Lavori riterrà necessario per reggere la pressione che il calcestruzzo dovrà sopportare.

Quando il calcestruzzo sarà impiegato in rivestimento di scarpate, si dovrà aver cura di coprirlo con uno strato di sabbia di almeno 10 cm e di bagnarlo con frequenza ed abbondanza per impedire il troppo rapido prosciugamento.

È vietato assolutamente l'impiego di calcestruzzi che non si potessero mettere in opera immediatamente dopo la loro preparazione; quelli che per qualsiasi motivo non avessero impiego immediato dopo la loro preparazione debbono senz'altro essere gettati a rifiuto.

Art. 1.19 OPERE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO ARMATO E CEMENTO ARMATO PRECOMPRESSO

Nell'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso l'Appaltatore dovrà attenersi strettamente a tutte le norme vigenti per l'accettazione dei cementi e per l'esecuzione delle opere in conglomerato cementizio e a struttura metallica (D.M. 14 gennaio 2008 e D.P.R. 380/2001 e s.m.i.).

Nella formazione dei conglomerati di cemento si deve avere la massima cura affinché i componenti riescano intimamente mescolati, bene incorporati e ben distribuiti nella massa.

Gli impasti debbono essere preparati soltanto nella quantità necessaria per l'impiego immediato e cioè debbono essere preparati di volta in volta e per quanto possibile in vicinanza del lavoro.

Per ogni impasto si devono misurare le quantità dei vari componenti, in modo da assicurare che le proporzioni siano nella misura prescritta, mescolando da prima a secco il cemento con la sabbia, poi questa con la ghiaia o il pietrisco ed in seguito aggiungere l'acqua con ripetute aspersioni, continuando così a rimescolare l'impasto finché assuma l'aspetto di terra appena umida.

Costruito ove occorra il cassero per il getto, si comincia il versamento dello smalto cementizio che deve essere battuto fortemente a strati di piccola altezza finché l'acqua affiori in superficie. Il getto sarà eseguito a strati di spessore non superiore a 15 cm.

Contro le pareti dei casseri, per la superficie in vista, si deve disporre della malta in modo da evitare per quanto sia possibile la formazione di vani e di ammanchi.

I casseri occorrenti per le opere di getto debbono essere sufficientemente robusti da resistere senza deformarsi alla spinta laterale dei calcestruzzi durante la pigiatura.

Quando sia ritenuto necessario, i conglomerati potranno essere vibrati con adatti mezzi. I conglomerati con cemento ad alta resistenza è opportuno che vengano vibrati.

La vibrazione deve essere fatta per strati di conglomerato dello spessore che verrà indicato dalla Direzione dei lavori e comunque non superiore a 15 cm ed ogni strato non dovrà essere vibrato oltre un'ora dopo il sottostante.

I mezzi da usarsi per la vibrazione potranno essere interni (vibratori a lamiera o ad ago) ovvero esterni da applicarsi alla superficie esterna del getto o alle casseforme.

I vibratori interni sono in genere più efficaci, si deve però evitare che essi provochino spostamenti nelle armature.

La vibrazione superficiale viene di regola applicata alle solette di piccolo e medio spessore (massimo 20 cm).

Quando sia necessario vibrare la cassaforma è consigliabile fissare rigidamente il vibratore alla cassaforma stessa che deve essere opportunamente rinforzata. Sono da consigliarsi vibratori a frequenza elevata (da 4.000 a 12.000 cicli al minuto ed anche più).

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

Il raggio di azione viene rilevato sperimentalmente caso per caso e quindi i punti di attacco vengono distanziati in modo che l'intera massa risulti lavorata in maniera omogenea (distanza media 50 cm).

Si dovrà mettere particolare cura per evitare la segregazione del conglomerato; per questo esso dovrà essere asciutto con la consistenza di terra umida debolmente plastica.

La granulometria dovrà essere studiata anche in relazione alla vibrazione: con malta in eccesso si ha sedimentazione degli inerti in strati di diversa pezzatura, con malta in difetto si ha precipitazione della malta e vuoti negli strati superiori.

La vibrazione non deve prolungarsi troppo, di regola viene sospesa quando appare in superficie un lieve strato di malta omogenea ricca di acqua.

Man mano che una parte del lavoro è finita, la superficie deve essere periodicamente innaffiata affinché la presa avvenga in modo uniforme, e, quando occorra, anche coperta con sabbia o tela mantenuta umida per proteggere l'opera da variazioni troppo rapide di temperatura.

Le riprese debbono essere, per quanto possibile, evitate.

Quando siano veramente inevitabili, si deve umettare bene la superficie del conglomerato eseguito precedentemente se questo è ancora fresco; dove la presa sia iniziata o fatta si deve raschiare la superficie stessa e prima di versare il nuovo conglomerato, applicare un sottile strato di malta di cemento e sabbia nelle proporzioni che, a seconda della natura dell'opera, saranno di volta in volta giudicate necessarie dalla Direzione dei Lavori, in modo da assicurare un buon collegamento dell'impasto nuovo col vecchio. Si deve fare anche la lavatura se la ripresa non è di fresca data.

In tutti i casi il conglomerato deve essere posto in opera per strati disposti normalmente agli sforzi dai quali la massa muraria di calcestruzzo è sollecitata.

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

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

Per lavori da eseguirsi con smalto cementizio in presenza di acqua marina, si debbono usare tutte le cure speciali atte particolarmente ad impedire la penetrazione di acqua di mare nella massa cementizia.

Per il cemento armato da eseguirsi per opere lambite dalle acque marine ovvero da eseguirsi sul litorale marino ovvero a breve distanza dal mare, l'armatura metallica dovrà essere posta in opera in modo da essere protetta da almeno uno spessore di 4 centimetri di calcestruzzo, e le superfici esterne delle strutture in cemento armato dovranno essere boiaccate.

Per il cemento armato precompresso si studieranno la scelta dei componenti e le migliori proporzioni dell'impasto con accurati studi preventivi di lavori.

Per le opere in cemento armato precompresso devono essere sempre usati, nei calcestruzzi, cementi ad alta resistenza con le prescritte caratteristiche degli inerti da controllarsi continuamente durante la costruzione, impasti e dosaggi da effettuarsi con mezzi meccanici, acciai di particolari caratteristiche meccaniche, osservando scrupolosamente in tutto le norme di cui al D.M. 14 gennaio 2008 e al D.P.R. 380/2001 e s.m.i.

Qualunque sia l'importanza delle opere da eseguire in cemento armato, all'Appaltatore spetta sempre la completa ed unica responsabilità della loro regolare ed esatta esecuzione in conformità del progetto appaltato e degli elaborati di esecutivi che gli saranno consegnati mediante ordini di servizio dalla Direzione dei lavori in corso di appalto e prima dell'inizio delle costruzioni.

L'Appaltatore dovrà avere a disposizione per la condotta effettiva dei lavori un ingegnere competente per i lavori in cemento armato, il quale risiederà sul posto per tutta la durata dei lavori medesimi. Spetta in ogni caso all'Appaltatore la completa ed unica responsabilità della regolare ed esatta esecuzione delle opere in cemento armato.

Le prove di carico verranno eseguite a spese dell'Appaltatore e le modalità di esse saranno fissate dalla Direzione dei Lavori, tenendo presente che tutte le opere dovranno essere atte a sopportare i carichi fissati nelle norme sopra citate. Le prove di carico non si potranno effettuare prima di 50 giorni dall'ultimazione del getto.

Art. 1.20 COPERTURE A LASTRONI

I lastroni per copertura di acquedotti e tombini potranno essere in pietra da taglio della qualità più resistente, lavorati a filo dritto sulle due facce laterali di contatto e spianati alla grossa punta sulla loro superficie inferiore e superiore; la loro lunghezza dovrà essere tale da poter appoggiare su ciascun muro per una rientranza non minore di 20 cm e larghezza minima di ogni pezzo nel senso dell'asse longitudinale dell'acquedotto non dovrà essere mai minore di 0,50 m. I lastroni dovranno essere posati con malta e battuti con mazzuolo fino a far rifluire la malta stessa, in modo da assicurare l'uniforme appoggio sulla sottostante muratura.

Potranno essere anche ordinati in conglomerato cementizio armato; per tale caso si richiamano tutte le prescrizioni di cui all'articolo "Opere in Conglomerato Cementizio Armato e Cemento Armato Precompresso".

Art. 1.21 Masselli autobloccanti

Caratteristiche dei materiali

I masselli saranno di calcestruzzo vibrocompresso prodotti e controllati secondo le norme UNI EN 1338 con finitura al quarzo, del colore a scelta della Direzione dei Lavori sulla base di quelli standard di produzione, dovranno essere non gelivi e delle dimensioni e caratteristiche come indicato in elenco prezzi o simili.

I principali parametri sono:

- Coefficiente di trasmissione meccanica (Ct);
- Coefficiente di aderenza alle facce laterali (Ca);
- Resistenza convenzionale a compressione $N/mm^2 > 60$;
- Massa volumica $kg/dm^3 > 2,2$;
- Assorbimento di acqua in % di peso $\%vol. < 12$;

- Resistenza all'abrasione in classe 3;
- Perdita in massa per rotolamento degli aggregati %peso <30%;
- Tolleranza di spessore mm. $\pm$ 2.

Posa in opera

La pavimentazione sarà posata a secco su letto di graniglia o sabbia (granulometria 3-7 mm) di spessore variabile secondo le dimensioni del massello e comunque come indicato in elenco prezzi; sarà disposto secondo il disegno e l'effetto estetico richiesto dalla Direzione Lavori. Gli elementi di bordo che non potranno essere inseriti integralmente saranno opportunamente tagliati con taglierina a spacco. La pavimentazione sarà successivamente battuta con apposita piastra vibrante e cosparsa in superficie di sabbia fine (granulometria 0-2 mm) pulita ed asciutta e la sua rimozione avverrà dopo un periodo di tempo sufficiente a garantire un corretto intasamento dei giunti.

Art. 1.22 STRATIFICAZIONE DI ASFALTO COLATO

Sopra le solette dei ponti in cemento armato, dopo che le strutture saranno ben asciutte, si stenderà un manto di asfalto costituito da asfalto colato dello spessore di 20 mm la cui miscela dovrà corrispondere alle seguenti caratteristiche:

- | | |
|------------------------------------|-----------------|
| a) bitume penetrazione 50 $\pm$ 70 | il 15% in peso; |
| b) pani di mastice in asfalto | il 30% in peso; |
| c) sabbia da 0 a 2 mm | il 55% in peso. |

Lo stendimento dell'asfalto colato dovrà essere effettuato in due riprese aventi, ciascuna, lo spessore di un centimetro. Si avrà cura, nello stendimento del secondo strato, che i giunti siano sfalsati.

Il punto di rammollimento del colato dovrà essere compreso fra 50 °C e 70 °C.

Art. 1.23 DRENAGGI E FOGNATURE

I drenaggi e le fognature di risanamento del corpo stradale e zone circostanti che si rendessero necessari saranno sempre eseguiti dallo sbocco a valle del cunicolo di scolo verso il centro della fognatura propriamente detta e lungo la medesima, procedendo da valle verso monte, per il deflusso regolare delle acque. Prima di stabilire definitivamente il piano di fondo del drenaggio, onde assicurarsi di raggiungere in ogni punto lo strato impermeabile, la Direzione dei Lavori disporrà all'atto esecutivo quanti pozzi riterrà necessario praticare ed in relazione al saggio ove risulti il punto più depresso dello strato impermeabile lungo l'asse del drenaggio, sarà stabilita la profondità di questo e la pendenza del cunicolo.

Detti pozzi saranno scavati della lunghezza da 2 a 3 m, della larghezza uguale a quella del drenaggio in corrispondenza dell'asse del drenaggio. Detti scavi saranno valutati agli stessi prezzi stabiliti nell'annesso elenco per gli scavi di fondazione e l'Appaltatore non potrà avanzare pretese di maggiori compensi quali che siano il numero e l'ubicazione di questi pozzi. Le pareti dei drenaggi e dei cunicoli di scolo ed anche quelle dei pozzi saranno, dove occorra, sostenuti da appositi rivestimenti di tavole o tavoloni con robuste armature in legname in relazione alla natura dei terreni attraversati.

Il fondo dei drenaggi dovrà di norma essere rivestito in calcestruzzo che nella parte centrale sarà sagomato a cunetta e su tale rivestimento si costruirà dal lato a valle un muretto in malta, da quello a monte un muretto a secco, per l'altezza da 20 a 40 cm secondo l'importanza del drenaggio, così da costituire un cunicolo di scolo, da coprire con lastroni e successivamente col riempimento di cui all'articolo "*Rilevati e Rinterri Addossati alle Murature e Riempimenti con Pietrame*".

Art. 1.23.1 Condotte scatolari a sezione quadrata o rettangolare

Fornitura e posa in opera di tubazioni in calcestruzzo vibrocompresso armati ad alta resistenza, a sezione rettangolare o quadrata, delle dimensioni interne di cm 80x60, armati per carichi stradali con giunto rinforzato e base d'appoggio piana rispondenti ai requisiti previsti dalle norme UNI.

Nel prezzo sono compresi gli oneri relativi a:

- lo scavo a sezione obbligata del piano di imposta della fondazione dell'elemento scatolare, valutata sul piano di posa del letto in ghiaione al di sotto dello stesso dello spessore di cm.20. L'onere per la selezione dell'eventuale materiale da recuperare oltre all'onere per l'allontanamento ed il conferimento ad idoneo centro di smaltimento, compresi gli oneri per la classificazione del materiale oltre che l'indennità per lo smaltimento;
- la fornitura e la posa del materiale ghiaioso del tipo A1-a, A1-b, per la realizzazione della fondazione al di sotto dell'elemento scatolare. Le dimensioni della fondazione sono di cm.120 x20 Sp, compresa la costipazione del materiale ed il tiro del piano di posa alla quota prestabilita secondo i profili di progetto;
- la fornitura e la posa dell'elemento prefabbricato scatolare in calcestruzzo di dimensioni cm 80x60xL.200, oltre alla fornitura di fettuccia in geotessuto o PVC delle dimensioni cm.60x330 cm, allo scopo di sigillare la giunzione tra i vari elementi del prefabbricato. Il geotessuto di grammatura compresa fra i 250 ÷ 300gr/ m²verrà

disposto in doppio strato per una larghezza di cm 60 e sui tre lati del manufatto in modo da realizzare una barriera al passaggio del materiale fine in prossimità dei giunti del manufatto in calcestruzzo;

- la fornitura e la posa in opera del riempimento della sezione di scavo fino alla quota dell'estradosso dello scatolare (fondo cassonetto pista ciclabile) mediante materiale arido di riciclo certificato, fino all'incidenza di 1 m³/ml di lunghezza opportunamente costipato.
- fornitura e posa in opera "provvisoria" di piastra metallica per consentire e garantire il passaggio accesso /uscita ai privati "Frontisti" dalle proprie abitazioni, sia a piedi che con l'auto. È compreso inoltre l'onere del personale dell'impresa appaltatrice di concordare preventivamente con il frontista la durata dei lavori in prossimità dell'abitazione.
- porre in opera eventuali "puntellamenti in legno o sbadacchiature" dello scavo atte a garantirne la stabilità dello stesso;
- eventuali rallentamenti dovuti al ritrovamento o la presenza di eventuali sottoservizi che potrebbero interferire, durante le operazioni di scavo.
- all'onere sul ritardo o rallentamento dei lavori dovuti all'intervento delle aziende erogatrici per lo spostamento degli allacciamenti che interferiscono con la condotta di progetto (scatolare), e la realizzazione di eventuali cavallotti necessari.
- l'ordine degli elementi scatolari presso la ditta fornitrice dotati di apposite finestrature a passo d'uomo per consentire l'ispezione sull'elemento, oltre alle ispezioni "finestrature" in parete laterale per raccordare i tubi sui fossati o raccordi in generale. La fornitura per dette finestrature verrà compensata mediante sovrapprezzo.
- l'esecuzione di opportune carotature sullo scatolare per consentire l'immissione degli allacciamenti relativi alla fognatura delle acque meteoriche delle abitazioni private alla nuova fognatura. Eventuali pozzetti e/o tubi in PVC verranno valutati in economia o a parte.

Sono altresì compresi gli oneri relativi dovuti all'eventuale installazione dell'impianto well-point per l'abbassamento della falda freatica e/o la realizzazione di apposite ture in alveo compresa la messa in servizio di una pompa di adeguata portata per l'abbassamento delle acque di falda, o far bypassare l'acqua a valle del tratto interessato.

Art. 1.23.2 Tubi perforati per drenaggi

I tubi per drenaggio avranno struttura portante costituita da lamiera d'acciaio con profilatura ondulata con onda elicoidale continua da un capo all'altro di ogni singolo tronco, in modo che una sezione normale alla direzione dell'onda, rappresenti una linea simile ad una sinusoide.

L'acciaio della lamiera ondulata dello spessore minimo di 1,2 mm - con tolleranza UNI (Norme UNI EN 10162 e UNI 8661) - dovrà avere carico unitario di rottura non inferiore a 34/mm² e sarà protetto su entrambe le facce da zincatura eseguita secondo il processo Sendzmir con 480 grammi nominali di zinco per metro quadrato.

L'ampiezza dell'onda sarà di 38 mm (pollici 1/2) e la profondità di 6,35 mm (1/4 di pollice).

Sulle condotte saranno praticati dei fori del diametro di 0,9 cm (tolleranza 0,1 cm) che saranno distribuiti in serie longitudinali con interasse di 38 mm, tutti disposti in un quarto di tubo. I singoli tronchi, di lunghezza non superiore a 9 m, saranno uniti tra loro mediante fasce di giunzione da fissare con bulloni. Per questo tipo di tubo l'unica forma impiegabile è quella circolare con diametro variabile da 15 a 25 cm.

Art. 1.23.3 Tubazioni per lo scarico delle acque di superficie dai rilevati

Saranno dello stesso materiale ed avranno le stesse caratteristiche delle tubazioni di cui al precedente paragrafo con la sola differenza che non avranno fori.

Art. 1.23.4 Posa in opera

L'Appaltatore nell'esecuzione delle opere dovrà attenersi alle migliori regole d'arte e talaltro alle disposizioni contenute nel D.M. del 12/12/1985 concernente le "Norme tecniche relative alle tubazioni" che si intendono integralmente richiamate.

Per la posa in opera dei suddetti manufatti dovrà essere predisposto un adeguato appoggio, ricavando nel piano di posa (costituito da terreno naturale o eventuale rilevato preesistente) un vano opportunamente profilato e accuratamente compattato, secondo la sagoma da ricevere ed interponendo, fra il terreno e la tubazione, un cuscinetto di materiale granulare fino (max 15 mm) avente spessore di almeno 30 cm.

Il materiale di rinterro dovrà essere permeabile in modo da consentire il rapido passaggio dell'acqua e dovrà inoltre funzionare da filtro onde trattenere le particelle minute in sospensione impedendone l'entrata con la conseguente ostruzione del tubo; si impiegherà sabbia per calcestruzzo contenente pietrisco medio ed esente da limo.

Il rinterro dovrà essere eseguito in strati e ben battuto onde evitare cedimenti causati da assestamenti.

Il rinterro dei quarti inferiori delle condotte dovrà essere fatto con pestelli meccanici o con pestelli a mano nei punti ove i primi non siano impiegabili; a lavoro ultimato si avrà cura di effettuare gli opportuni ricarichi là dove si potessero manifestare assestamenti.

Il costipamento del materiale riportato sui fianchi dovrà essere fatto a strati di 15 mm utilizzando anche i normali mezzi costipanti dei rilevati, salvo le parti immediatamente adiacenti alle strutture dove il costipamento verrà fatto con pestelli pneumatici o a mano. Occorrerà evitare che i mezzi costipatori lavorino "a contatto" della struttura metallica. Le parti terminali dei manufatti dovranno essere munite di testate metalliche prefabbricate oppure in muratura, in conformità dei tipi adottati.

Prima della posa in opera, i tubi, i giunti ed i pezzi speciali dovranno essere accuratamente controllati affinché non presentino danneggiamenti che possano compromettere la qualità e la funzionalità dell'opera.

L'installazione dei tubi di drenaggio dovrà essere iniziata dal punto di uscita in modo da permettere all'acqua di scolare fuori dello scavo in apposito scavo della larghezza di 0,50 m circa. Questi tubi dovranno essere posti in opera in modo che i fori si trovino nel quarto inferiore della circonferenza. Nell'operazione di posa dovrà evitarsi che nell'interno delle condotte penetrino detriti o corpi estranei in genere. In nessun caso si dovrà regolarizzare la posizione dei tubi nella trincea utilizzando pietre o mattoni ed altri appoggi discontinui.

Il piano di posa dovrà garantire una assoluta continuità di appoggio e, nei tratti in cui si temano assestamenti, si dovranno adottare particolari provvedimenti come l'impiego di giunti adeguati, trattamenti speciali del fondo della trincea o, se occorre, appoggi discontinui stabili quali selle o mensole. La continuità di contatto tra tubo e sella sarà assicurata dall'interposizione di materiale idoneo. Verificata pendenza ed allineamento si procederà alla giunzione dei tubi. La giunzione dovrà garantire la continuità idraulica ed il comportamento statico previsto in progetto e dovrà essere realizzata in maniera conforme alle norme di esecuzione prescritte dalla ditta produttrice e fornitrice dei tubi stessi. Al termine delle operazioni di giunzione relative a ciascun tratto di condotta ed eseguiti gli ancoraggi, si procederà di norma al rinterro dei tubi. Modalità particolari dovranno essere seguite nel caso di pericolo di galleggiamento dei tubi. L'installazione dei tubi di scarico dai rilevati verrà fatta in cunicoli scavati lungo la massima pendenza della scarpata della profondità media di 0,40 m e della larghezza strettamente sufficiente per la posa del tubo, che dovrà essere ricoperto con il materiale di scavo, in modo da ripristinare la continuità della scarpata.

Per quanto espressamente non contemplato si rinvia alla seguente normativa tecnica: AASHTO M 36 e M 167.

Art. 1.23.5 Pozzetti e caditoie

Le caditoie stradali sono dispositivi opportunamente sagomate che raccolgono le acque defluenti nelle cunette poste ai lati delle strade o ai bordi di superfici scolanti. Le caditoie sono costituite da un pozzetto di raccolta interrato ispezionabile e manutentabile con un dispositivo di coronamento (griglia) o di chiusura (chiusino).

I pozzetti di raccolta delle acque sono costruiti in opera o sono prefabbricati. I pozzetti in opera possono essere realizzati in muratura o con conglomerato cementizio; le dimensioni e le caratteristiche dei materiali sono descritte negli elaborati di progetto.

I pozzetti in cls devono essere in conglomerato cementizio armato e vibrato ed avere le seguenti caratteristiche:

- Uso di conglomerati di classe non inferiore a $R_{ck} \geq 30 \text{ N/mm}^2$;
- Armatura con rete elettrosaldata in fili di acciaio del diametro e maglia adeguati;
- Spessore delle pareti dei pozzetti non inferiore a 6,5 cm;
- Predisposizione per l'innesto di tubazioni.

Art. 1.23.6 Griglie e chiusini

Le griglie ed i chiusini vengono impiegati a protezione di pozzetti e canalette. Tutti gli elementi costruttivi devono essere in ghisa sferoidale e conformi alle norme UNI EN 124.

Le classi della Normativa UNI EN 124 sono le seguenti:

- A15 (Portata: 15kN) - Per aree pedonali, giardini, e abitazioni private;
- B125 (Portata: 125kN) - Per marciapiedi, zone pedonali, superfici paragonabili a parcheggi per solo automobili;
- C250 (Portata: 250kN) - Per dispositivi di coronamento installati su banchine, nelle cunette ai bordi delle strade (in uno spazio compreso fra 0,5 m sulle corsie di circolazione e 0,2 m sui marciapiedi) mezzi leggeri;
- D400 (Portata: 400kN) - Per vie a circolazione normale: camion e automobili;
- E600 (Portata: 600kN) - Per vie di circolazione speciali sottoposte a carichi assiali particolarmente elevati: camion, mezzi d'opera, carrelli;
- F900 (Portata: 900kN) - Per vie di circolazione speciali sottoposte a carichi assiali molto elevati: autogru, carrelli, aerei.

Sui pozzetti per i quali sia previsto l'eventuale accesso di persone per lavori di manutenzione o similari, il passo d'uomo deve avere diametro superiore a 600 mm.

Le superfici di contatto tra griglia e telaio dovranno essere piane, sagomate in modo che la griglia appoggi con perfetta aderenza, si trovi a perfetto filo e non abbia gioco alcuno con il telaio.

La posa dovrà essere effettuata a "regola d'arte" in modo che il telaio sia in appoggio su tutta la superficie della cameretta prefabbricata ed affogato in boiacca di cemento.

Il telaio avrà sagoma quadrata di lato, o sagoma rotonda, con fori ed asole di fissaggio, munito di guarnizione antibasculamento ed autocentrante in elastomero ad alta resistenza, alloggiata in apposita sede.

Il suggello di chiusura sarà circolare con sistema di apertura su rotula di appoggio e tale che in posizione di chiusura non vi sia contatto tra la rotula ed il telaio al fine di evitare l'ossidazione, con bloccaggio di sicurezza a 90 gradi che ne eviti la chiusura accidentale, disegno antisdrucchiolo e marcatura UNI EN 124 sulla superficie superiore.

A richiesta della Direzione Lavori dovranno essere eseguite le prove di trazione su provetta, prova di durezza Brinell e prova di carico che vengono regolate dalla norma UNI EN ISO 6892-1.

Griglie, chiusini ed i rispettivi telai di appoggio devono portare una marcatura leggibile e durevole, indicante la norma di riferimento, la classe corrispondente, la sigla e/o il nome del fabbricante.

La tipologia e le dimensioni sono indicate negli elaborati di progetto.

Art. 1.24 SEGNALETICA STRADALE

Art. 1.24.1 Segnaletica orizzontale

Ai sensi dell'articolo 40 del Nuovo Codice della Strada D.Lgs. 30 aprile 1992 n. 285 e s.m.i. i segnali orizzontali, tracciati sulla strada, servono per regolare la circolazione, per guidare gli utenti e per fornire prescrizioni od utili indicazioni per particolari comportamenti da seguire.

I segnali orizzontali si dividono in:

- a) strisce longitudinali;
- b) strisce trasversali;
- c) attraversamenti pedonali o ciclabili;
- d) frecce direzionali;
- e) iscrizioni e simboli;
- f) strisce di delimitazione degli stalli di sosta o per la sosta riservata;
- g) isole di traffico o di presegnalamento di ostacoli entro la carreggiata;
- h) strisce di delimitazione della fermata dei veicoli in servizio di trasporto pubblico di linea;
- i) altri segnali stabiliti dal regolamento.

Le strisce longitudinali possono essere continue o discontinue. Nel regolamento (Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada - d.P.R. 16 dicembre 1992, n. 495) sono stabilite norme per le forme, le dimensioni, i colori, i simboli e le caratteristiche dei segnali stradali orizzontali, nonché le loro modalità di applicazione.

La segnaletica orizzontale da realizzare sul tracciato stradale può impiegare materiali con formulazioni e tipologie applicative diverse ma conformi alla Linea guida UNI/TR 11670, al fine di soddisfare precise richieste comportamentali e prestazionali.

I prodotti vernicianti da utilizzare sono distinti in tre livelli così di seguito riportati:

- a) vernici a solvente per applicazioni provvisorie o per zone poco sollecitate;
- b) termospruzzati plastici per applicazioni di routine;
- c) laminati elastoplastici o prodotti speciali per applicazioni in zone ad alta pericolosità.

Qualsiasi tipo di segnaletica orizzontale da realizzare deve essere conforme a quanto stabilito dal nuovo Codice della Strada d.lgs. n. 285 del 30/04/1992, dal Regolamento d'esecuzione e d'attuazione del nuovo codice della strada d.P.R. n. 495 del 16/12/1992, dal d.P.R. 16 settembre 1996 n. 610 e dai disegni esecutivi progettuali eventualmente allegati al presente Capitolato Speciale.

Per le specifiche relative alla tipologia di segnaletica orizzontale da porre in opera e alla sua ubicazione, si rimanda all'elaborato progettuale di dettaglio allegato al capitolato.

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Le caratteristiche dei materiali da utilizzare per la segnaletica orizzontale sono classificati nel seguente modo:

A) Vernici

Possono essere di due tipi:

1. Idropitture con microsfere di vetro (UNI EN 1424) postspruzzate:
La vernice deve essere costituita da una miscela di resina e plastificanti, pigmenti e materiali riempitivi, il tutto contenuto in una sospensione a base d'acqua.
2. Pitture a freddo con microsfere di vetro premiscelate e postspruzzate:
La vernice deve essere costituita da una miscela di resine e plastificanti, da pigmenti e materiali riempitivi, da microsfere di vetro conforme alla norma UNI EN 1423, il tutto disperso in diluenti o solventi idonei.

B) Termoplastico

Il materiale termoplastico deve essere costituito da una miscela di resine idrocarburiche sintetiche plastificate con olio minerale, da pigmenti ed aggregati, da microsfere di vetro, premiscelate e postspruzzate, da applicare a spruzzo e/o per estrusione a caldo.

C) Laminati elastoplastici

- C.1 per applicazioni provvisorie;
- C.2 per applicazioni poco sollecitate;
- C.3 per applicazioni altamente sollecitate.

PRESTAZIONI

Vengono di seguito definiti i requisiti, in base a quanto previsto dalla normativa UNI EN 1436, ai quali tutti i prodotti impiegati nei servizi di segnaletica orizzontale, devono ottemperare per tutta la loro vita funzionale.

Valori minori a quelli indicati dalla scheda tecnica, che deve essere prodotta dall'appaltatore prima dell'inizio della posa in opera, sono considerati insufficienti per il mantenimento degli standard di sicurezza previsti e comportano l'immediata sostituzione del materiale.

È facoltà del Direttore dei lavori, al fine di verificare i parametri prestazionali del materiale da porre in opera, richiedere all'appaltatore e/o eseguire per proprio conto dei provini della segnaletica. Tali provini sono costituiti da

lamierini metallici, delle dimensioni di cm 30 x 100, sui quali sarà posto in opera il materiale destinato alla segnaletica orizzontale.

La segnaletica orizzontale, a partire dalla posa in opera, deve essere efficiente, per tutto il periodo della sua vita funzionale, sia in termini di visibilità notturna, sia di antiscivolosità.

Gli standard prestazionali richiesti sono:

- Colore;
- Visibilità notturna (retroreflessione);
- Resistenza al derapaggio;
- Tempo d'essiccazione.

COLORE

Il colore delle vernici da utilizzare per la segnaletica orizzontale viene definito mediante le coordinate di cromaticità riferita al diagramma colorimetrico standard CIE (ISO/CIE 10526-1999).

I colori della segnaletica orizzontale devono rientrare, per tutta la durata della loro vita funzionale, all'interno dei valori indicati dalla normativa tecnica di cui sopra. La vernice dovrà essere omogenea, di consistenza liscia ed uniforme, non dovrà fare crosta né diventare gelatinosa od ispessirsi.

VISIBILITÀ NOTTURNA

La visibilità notturna della segnaletica orizzontale è determinata dall'illuminazione artificiale della segnaletica stessa e viene definita dal valore del coefficiente di luminanza retroreflessa R_L .

Il valore minimo del coefficiente di luminanza retroreflessa R_L deve essere per i prodotti di segnaletica orizzontale di tipo A, B e C e per tutta la loro vita funzionale pari a:

Tipo di materiale		Coefficiente minimo di luminanza retroreflessa ($R_L * mcd * m^2 * lux^{-1}$)	Classe
Permanente			
A – B	Bianco	$R_L \geq 110$	R3 ^{a)}
A – B	Giallo	$R_L \geq 110$	R3 ^{a)}
C	Bianco	$R_L \geq 110$	R3 ^{a)}
Temporaneo			
A – B – C	Giallo	$R_L \geq 110$	R3 ^{a)}

RESISTENZA AL DERAPAGGIO (SRT)

La segnaletica orizzontale deve possedere tra le sue caratteristiche la resistenza allo slittamento, determinato dal contatto tra il pneumatico e il prodotto segnaletico in condizioni sfavorevoli.

Il valore minimo, rilevato secondo le metodologie standard, deve essere per i prodotti di segnaletica orizzontale di tipo A, B e C e per tutta la loro vita funzionale di:

Classe	Valore SRT minimi
S1	$SRT \geq 45$

TEMPO D'ESSICCAZIONE

La vernice applicata sulla superficie autostradale (manto bituminoso, manto bituminoso drenante, manto in conglomerato cementizio), alla temperatura dell'aria compresa tra +10°C e + 40°C ed umidità relativa non superiore al 70%, deve asciugarsi entro 15 minuti dall'applicazione. Nel caso di termoplastico deve solidificarsi entro 30 secondi per lo spruzzato ed entro 180 ÷ 240 secondi per l'estruso.

Trascorso tale periodo di tempo la pittura non deve sporcare o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito.

CONTROLLI

Le prove o controlli degli standard prestazionali dei materiali previsti ai sensi della norma UNI EN 1824 saranno effettuati al fine di verificare il mantenimento dei valori richiesti. Questi saranno eseguiti in contraddittorio con l'Appaltatore, e qualora questo non si presenti, l'avvenuta verifica sarà comunicata dal Direttore dei lavori, all'Appaltatore con espresso verbale che indichi i termini di riferimento del luogo in cui è stato effettuato il prelievo e/o la prova.

Tali verifiche saranno effettuate nella quantità che la Stazione Appaltante riterrà opportuna e come previsto dalle Appendici B, C e D alla norma UNI EN 1436 per i requisiti di colore, visibilità notturna e resistenza al derapaggio.

Le prove a cui potranno essere sottoposti i prodotti potranno essere eseguite in cantiere con l'ausilio di specifiche strumentazioni a insindacabile giudizio del Direttore dei lavori.

Art. 1.24.2 Segnaletica verticale

Ai sensi dell'articolo 39 del Nuovo Codice della Strada D.Lgs. 30 aprile 1992 n. 285 e s.m.i. i segnali verticali si dividono nelle seguenti categorie:

A) segnali di pericolo: preavvisano l'esistenza di pericoli, ne indicano la natura e impongono ai conducenti di tenere un comportamento prudente;

B) segnali di prescrizione: rendono noti obblighi, divieti e limitazioni cui gli utenti della strada devono uniformarsi; si suddividono in: a) segnali di precedenza; b) segnali di divieto; c) segnali di obbligo;

C) segnali di indicazione: hanno la funzione di fornire agli utenti della strada informazioni necessarie o utili per la guida e per la individuazione di località, itinerari, servizi ed impianti; si suddividono in:

a) segnali di preavviso; b) segnali di direzione; c) segnali di conferma; d) segnali di identificazione strade; e) segnali di itinerario; f) segnali di località e centro abitato; g) segnali di nome strada; h) segnali turistici e di territorio; i) altri segnali che danno informazioni necessarie per la guida dei veicoli; l) altri segnali che indicano installazioni o servizi.

Il Regolamento del Codice della strada (d.P.R. 16/12/1992, n. 495) stabilisce forme, dimensioni, colori e simboli dei segnali stradali verticali e le loro modalità di impiego e di apposizione.

Le parti principali di cui si compone un impianto di segnaletica verticale sono: il plinto, il sostegno (palo), il segnale o il gruppo di segnali, ed in casi di impianto segnaletico più complesso, le paline per controventature (pali che sostengono l'impianto contro la forza del vento) le staffe di ancoraggio e la bulloneria.

I plinti di fondazione dovranno essere realizzati in conglomerato cementizio, ed avere dimensioni tali, calcolate in funzione della natura dei materiali di cui è composto il sottofondo su cui impiantare il palo di sostegno, da assicurarne la perfetta stabilità e perpendicolarità rispetto al piano di calpestio.

Le paline: realizzate in acciaio zincato a caldo, a sezione circolare, con spessore e diametro idonei e lunghezza proporzionata alla quantità di segnali da sostenere ed all'altezza dal piano di calpestio prevista dal Codice della Strada, dovranno essere dotati di dispositivo antirotazione (scanalatura per tutta la lunghezza del palo, che evita la rotazione del segnale), di apposito foro all'estremità inferiore per l'inserimento dello spinotto necessario all'ancoraggio del palo al plinto e tappo di chiusura all'estremità superiore.

Per le specifiche relative alla tipologia di segnaletica verticale da porre in opera e alla sua ubicazione, si rimanda all'elaborato progettuale Elenco Prezzi Unitari.

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

I materiali di segnaletica stradale verticale ed accessori oggetto della realizzazione dovranno essere rigorosamente conformi a tutti i requisiti tecnici e normativi (comprese le caratteristiche prestazionali, tipologie, dimensioni, misure, scritte, simboli e colori) di cui al Regolamento (UE) n. 305/2011, alla norma armonizzata UNI EN 12899-1, al d.P.R. 16/12/1992, n. 495 recante il "Regolamento di esecuzione ed attuazione del nuovo Codice della Strada" e alla Norma UNI 11480.

Tutti i materiali retroriflettenti costituenti la faccia a vista dei segnali verticali permanenti devono essere certificati e marcati CE ai sensi del Regolamento (UE) n.305/2011 e della norma europea UNI EN 12899-1.

Tutti i materiali retroriflettenti devono inoltre essere valutati ai sensi della Norma UNI 11480, al fine di verificarne la conformità delle prestazioni visive in condizioni diurne e stabilirne la rispondenza al livello prestazionale più idoneo, fra i tre definiti dalla norma: inferiore, base o superiore.

Nel caso di pellicole di classe 1 con "livello prestazionale inferiore", corrispondenti a quelli già definiti a normale risposta luminosa, si dovrà avere un coefficiente di retroriflessione minimo iniziale RA non inferiore ai valori riportati nel prospetto 3 della norma UNI 11480, e dovrà mantenere almeno il 50% dei suddetti valori per il periodo minimo di 7 anni di normale esposizione verticale all'esterno nelle condizioni medie ambientali d'uso. Fa eccezione la pellicola di colore arancio che deve mantenere i requisiti di cui sopra per almeno 3 anni. Nel caso di colori realizzati mediante stampa serigrafica, stampa digitale o applicazione di trasparenti protettivi autoadesivi ad intaglio, il coefficiente di retroriflessione non deve essere inferiore al 70% dei valori su menzionati. Tali materiali retroriflettenti possono essere usati solo limitatamente ai casi in cui ciò è consentito e ove sia prevista una vita utile del segnale stradale inferiore ai 10 anni, secondo quanto ribadito dalla Direttiva Ministeriale 4867/RU del 2013.

Le pellicole di classe 2 con "livello prestazionale base", corrispondenti a quelli già definiti ad elevata risposta luminosa, dovranno avere un coefficiente di retroriflessione minimo iniziale RA non inferiore ai valori riportati nel prospetto 4 della norma UNI 11480, e devono mantenere almeno l'80% dei suddetti valori per il periodo minimo di 10 anni di normale esposizione verticale all'esterno nelle condizioni medie ambientali d'uso. Fa eccezione la pellicola di colore arancio che deve mantenere i requisiti di cui sopra per almeno 3 anni. Nel caso di colori realizzati mediante stampa serigrafica, stampa digitale o applicazione di trasparenti protettivi autoadesivi ad intaglio, il coefficiente di retroriflessione non deve essere inferiore al 70% dei valori su menzionati.

Le pellicole di classe 2 con "livello prestazionale superiore", corrispondenti a quelli già definiti ad altissima risposta luminosa, devono avere un coefficiente di retroriflessione minimo iniziale RA non inferiore ai valori riportati nel prospetto 5 della norma UNI 11480, e devono mantenere almeno l'80% dei suddetti valori per il periodo minimo di 10 anni di normale esposizione verticale all'esterno nelle condizioni medie ambientali d'uso. Fa eccezione la pellicola di colore arancio che deve mantenere i requisiti di cui sopra per almeno 3 anni. Tali pellicole possono essere anche del tipo "fluoro-rifrangente", cioè con più elevato fattore di luminanza e conseguentemente più elevata visibilità diurna, caratteristica utile in particolare per la segnaletica verticale temporanea. In questo caso il coefficiente di retroriflessione minimo iniziale RA non deve essere inferiore ai valori riportati nel prospetto 6 della norma UNI 11480. Nel caso di colori realizzati mediante stampa serigrafica, stampa digitale o applicazione di trasparenti protettivi autoadesivi ad intaglio, il coefficiente di retroriflessione non deve essere inferiore al 70% dei valori su menzionati.

L'impiego delle pellicole rifrangenti ad elevata efficienza (classe 2) é obbligatorio nei casi in cui é esplicitamente previsto dal progetto e dal presente capitolato, e per i segnali: "dare precedenza", "fermarsi e dare precedenza", "dare precedenza a destra", "divieto di sorpasso", nonché per i segnali permanenti di preavviso e di direzione. L'impiego di pellicole con tecnologia a microprismi é consentito qualora siano rispettate le caratteristiche prestazionali previste dalla norma UNI 11122.

I pannelli dei segnali ed i sostegni che caratterizzano le prestazioni strutturali e la costruzione dei segnali verticali permanenti devono soddisfare i requisiti di cui alla norma UNI 11480, in applicazione alla norma armonizzata UNI EN 12899-1. I segnali stradali permanenti possono essere costruiti in acciaio, alluminio, plastica o negli altri materiali previsti dalla norma UNI EN 12899-1 purché conformi alle "Prestazioni" strutturali di seguito indicate.

In particolare il supporto dei segnali sarà realizzato in lamiera di alluminio, dello spessore di mm. 25/10 ricavandolo da elementi perfettamente piani, al fine di non provocare al segnale stradale incurvature intollerabili. La faccia del pannello, atta all'applicazione del messaggio, deve essere completamente liscia senza alcuna scanalatura o protuberanza ed esente da sbavature.

SUPPORTI IN LAMIERA

I segnali saranno costituiti in lamiera di ferro di prima scelta con spessore non inferiore a 10/10 di millimetro o in lamiera di alluminio semicrudo puro al 99% dello spessore non inferiore a 25/10 di millimetro (per dischi, triangoli, frecce e targhe di superficie compresa entro i 5 metri quadrati) e dello spessore di 30/10 di millimetro per targhe superiori ai 5 metri quadrati.

Rinforzo perimetrale

Ogni segnale dovrà essere rinforzato lungo il suo perimetro da una bordatura di irrigidimento realizzata a scatola dalle dimensioni non inferiori a centimetri 1,5;

Traverse di rinforzo e di collegamento

Qualora le dimensioni dei segnali superino la superficie di metri quadrati 1,50, i cartelli dovranno essere ulteriormente rinforzati con traverse di irrigidimento piegate ad U dello sviluppo di centimetri 15, saldate al cartello nella misura e della larghezza necessaria.

Traverse intelaiature

Dove necessario, sono prescritte per i cartelli di grandi dimensioni traverse in ferro zincate ad U di collegamento tra i vari sostegni.

Tali traverse dovranno essere complete di staffe ed attacchi a morsetto per il collegamento, con bulloni in acciaio zincato nella quantità necessaria, le dimensioni della sezione della traversa saranno di millimetri 50x23, spessore di millimetri 5, con la lunghezza prescritta per i singoli cartelli.

La zincatura delle traverse, delle staffe e degli attacchi dovrà essere conforme alle prescrizioni delle norme UNI EN 10244-1 e UNI EN 10244-2.

Qualora i segnali siano costituiti da due o più pannelli, congiunti, questi devono essere perfettamente accostati mediante angolari in alluminio, spessore millimetri 3, opportunamente forati e muniti di bulloncini in acciaio zincato sufficienti ad ottenere un perfetto assestamento dei lembi dei pannelli.

Per evitare forature, tutti i segnali dovranno essere muniti di attacchi standard (per l'adattamento ai sostegni in ferro tubolare diametro mm. 48, 60, 90), ottenuto mediante fissaggio elettrico sul retro con profilo a "C", oppure ricavato (nel caso di cartelli rinforzati e composti di pannelli multipli) direttamente sulle traverse di rinforzo ad U.

Tali attacchi dovranno essere completati da opportune staffe con dispositivi antirotazione in acciaio zincato corredate di relativa bulloneria, anch'essa zincata.

SOSTEGNI

I sostegni per i segnali verticali, portali esclusi, saranno in ferro tubolare antirotazione (art. 82 d.P.R. n. 495/92) diametro mm. 60, 90 chiusi alla sommità, dovranno essere zincati a caldo conformemente alle norme UNI e ASTM. Detti sostegni, comprese le staffe di ancoraggio del palo di basamento, non dovranno essere sottodimensionati, nemmeno in termini di peso (Kg/m).

I sostegni devono avere, nei casi di sezione circolare, un dispositivo inamovibile antirotazione del segnale rispetto al sostegno e del sostegno rispetto al terreno. La sezione del sostegno deve garantire la stabilità del segnale in condizione di sollecitazioni derivanti da fattori ambientali.

I sostegni, al pari dei supporti dei segnali stradali, devono essere adeguatamente protetti contro la corrosione. Previo parere della Direzione dei Lavori, il diametro inferiore sarà utilizzato per i cartelli triangolari, circolari e quadrati di superficie inferiore a metri quadrati 0,8, mentre il diametro maggiore sarà utilizzato per i cartelli a maggiore superficie. Il dimensionamento dei sostegni dei grandi cartelli e la loro eventuale controventatura dovrà essere approvato dalla Direzione dei Lavori previo studio e giustificazione tecnica.

PRESTAZIONI

Tutti i segnali devono essere rispondenti ai tipi, dimensioni e misure prescritte dal Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada, alle Norme Tecniche sulle costruzioni ed in ogni caso alle norme in vigore al momento dell'esecuzione dei lavori.

Tutti i segnali circolari, triangolari, targhe, frecce, nonché i sostegni ed i relativi basamenti di fondazione dovranno essere costruiti e realizzati sotto la completa responsabilità della Ditta aggiudicataria, in modo tale da resistere alla forza esercitata dal vento alla velocità di almeno 150 km/h.

I carichi statici e dinamici per la valutazione delle prestazioni meccaniche e strutturali, devono essere conformi a quanto definito dal punto 5.1 della norma UNI EN 12899-1, mediante l'utilizzo dei coefficienti specificati per i rispettivi materiali.

I valori minimi per le prestazioni strutturali devono essere conformi, per tutti i materiali utilizzati, a quelli previsti dalla UNI 11480 al punto 5.3, con le seguenti classi:

- Spinta del vento: Classe WL6 o WL7
- Carico dinamico da neve: Classe DSL1 (o DSL2, DSL3, DSL4)
- Carichi concentrati: Classe PL1
- Deformazioni Temporanee - Flessione: Classe TDB5
- Deformazioni Temporanee - Torsione: Non richiesta

Sono accettate classi migliorative per i valori minimi prestazionali elencati.

Le dimensioni dei segnali verticali di forma standard devono essere conformi a quanto previsto dall'art. 80, comma 1 del d.P.R. 16 dicembre 1992, n. 495; le dimensioni dei segnali verticali non standard devono essere conformi a quanto previsto dall'art. 80, comma 7 dello stesso decreto.

Le tolleranze ammissibili, rispetto alle misure nominali sono:

- Per la faccia a vista del segnale: +1/-12 mm, in conformità al punto 4.1 della UNI 11480;
- Per il pannello: -1/+7 mm, in conformità al punto 5.6 della UNI 11480.

Il raggio di curvatura non deve essere inferiore a 10 mm. Il bordo del pannello deve essere conforme al punto 5.9 della norma UNI 11480. Per motivi antinfortunistici il bordo del supporto non deve presentare pericoli di taglio.

Il retro ed il bordo dei pannelli (ad eccezione di quelli in legno) devono essere realizzati con un colore neutro e opaco.

I segnali non devono presentare perforazione della faccia a vista. Qualora realizzati in acciaio, alluminio o legno, devono avere una resistenza alla corrosione conforme al punto 5.10 della norma UNI 11480, con classe di resistenza SP1.

I fissaggi dei segnali e i sostegni devono essere conformi rispettivamente al par. 6 e al par. 7 della UNI 11480.

In particolare, i segnali - affinché siano conformi alle prescrizioni della UNI EN 12899-1, devono essere forniti provvisti di collari di aggancio per il sostegno aventi le stesse caratteristiche tecnico-costruttive e di disegno ovvero corrispondenti a quelli utilizzati nelle prove iniziali di tipo.

A tergo di ogni segnale dovranno essere indicati, a cura e spese del fornitore, una serie di iscrizioni che, globalmente, in conformità di quanto disposto al punto 7 dell'art. 77 del d.P.R. n. 495/92, non dovranno occupare una superficie maggiore di cm². 200 ed indicare chiaramente:

- L'ente o l'amministrazione proprietari della strada;
- Il marchio della ditta che ha fabbricato il segnale;
- Il marchio della ditta che ha fornito o installato il segnale (non obbligatorio ma opportuno);
- L'anno di fabbricazione;
- Gli estremi dell'ordinanza di apposizione.

MARCATURA CE

La marcatura CE deve essere apposta in modo visibile, leggibile e indelebile sul prodotto o su un'etichetta ad esso applicata. Se ciò fosse impossibile o ingiustificato a causa della natura del prodotto (e solo in questo caso), essa dovrà essere apposta sull'imballaggio o sui documenti di accompagnamento.

La marcatura CE dei segnali verticali permanenti deve avvenire secondo una delle modalità indicate al punto 5.5 della UNI 11480.

È possibile utilizzare dei sostegni circolari, a sezione quadrata o rettangolare, che possiedano la marcatura CE ai sensi del Regolamento (UE) 305/2011 sulla base della norma UNI EN 12899-1.

Eventuali segnali temporanei non sono soggetti alla marcatura CE, ma l'utilizzo di pellicole retroriflettenti marcate CE è fortemente raccomandato.

CONTROLLI

Le prove o controlli degli standard prestazionali dei materiali previsti saranno effettuati al fine di verificare il mantenimento dei valori richiesti. Questi saranno eseguiti in contraddittorio con l'Appaltatore, e qualora questo non si presenti, l'avvenuta verifica sarà comunicata dal Direttore dei lavori all'Appaltatore con espresso verbale che indichi i termini di riferimento del luogo in cui è stata effettuata la verifica e/o la prova.

Le prove a cui saranno sottoposti i prodotti potranno essere eseguite in cantiere con l'ausilio di specifiche strumentazioni a insindacabile giudizio del Direttore dei lavori.

I controlli tenderanno alla verifica dei seguenti dati e parametri essenziali per la segnaletica permanente:

- Certificazioni del fornitore e del produttore;
- Categoria del Segnale stradale tra quelle individuate dal Nuovo Codice della Strada;
- Materiale del supporto;
- Spessore del materiale [mm];
- Forma del segnale così come previsto dal titolo II del Nuovo Codice della Strada;
- Formato del segnale così come previsto dal titolo II del Nuovo Codice della Strada;
- Spinta del vento così come previsto dalla norma UNI EN 12899-1 prospetto 8;

- Carico dinamico della neve: parametro strutturale del segnale così come previsto dalla norma UNI EN 12899-1 prospetto 9;
- Carichi concentrati: parametro strutturale del pannello integrativo così come previsto dalla norma UNI EN 12899-1 prospetto 10;
- Deformazione temporanea massima (Flessione): parametro strutturale del segnale così come previsto dalla norma UNI EN 12899-1 prospetto 11;
- Deformazione temporanea massima (Torsione): parametro strutturale del segnale così come previsto dalla norma UNI EN 12899-1 prospetto 12;
- Classe rifrangenza pellicole dettata dalla normativa vigente;
- Iscrizione sul retro del supporto così come previsto dalla norma UNI EN 12899-1.

Art. 1.25 LAVORI ED OPERE IN VERDE

I terreni dovranno essere lavorati, concimati e seminati nel modo previsto in progetto, nel periodo immediatamente successivo alla realizzazione dei piani definitivi delle sistemazioni, mentre per le lavorazioni di cui appresso si provvederà nel periodo climatico più opportuno.

Art. 1.25.1 Abbattimenti di alberi e arbusti

L'Appaltatore con la Direzione dei Lavori, contrassegnerà con apposito marchio (segno di vernice visibile) sul tronco le piante individuate da abbattere e solo dopo approvazione, si potrà procedere agli abbattimenti.

La Direzione dei Lavori si riserva la facoltà di cambiare le piante da abbattere o di aumentarne o diminuirne il numero, tali modifiche saranno valutate in contabilità.

Il periodo di abbattimento delle piante viene stabilito dal cronoprogramma, in caso non sia evidenziato, si potranno abbattere in qualunque periodo dell'anno, tranne i mesi compresi tra marzo e luglio, per salvaguardare l'avifauna. Le piante giudicate pericolose dal progetto o dalla Direzione dei Lavori andranno abbattute nel più breve tempo possibile. L'Appaltatore stesso dovrà far notare alla Direzione dei Lavori le piante sospette di instabilità o portatrici di patologie gravi e contagiose.

Quando si debbano abbattere piante di notevoli dimensioni queste dovranno essere preventivamente sbroccate (eliminate le branche primarie e secondarie) e poi abbattute facendo in modo che i rami più grossi ed il tronco vengano guidati al suolo delicatamente con l'ausilio di opportune attrezzature (funi, carrucole, piattaforme aeree o gru), onde evitare schianti e il costipamento del suolo.

Nel caso di abbattimento di arbusti, l'Appaltatore, con la Direzione dei Lavori, contrassegnerà con apposito marchio (segno di vernice visibile) sul fusto le piante individuate da abbattere e solo dopo approvazione, si potrà procedere all'abbattimento.

In seguito all'abbattimento di alberi o arbusti si dovrà sradicare il ceppo oppure si dovrà trivellare con idonea macchina operatrice (fresaceppi) a seconda delle disposizioni della Direzione dei Lavori, che a sua discrezione potrà richiedere che le ceppaie restino nel suolo, in questo caso il fusto dovrà essere tagliato a livello del terreno.

Prima di intraprendere i lavori di asportazione del ceppo, sarà cura dell'Appaltatore prendere ogni misura cautelativa nei confronti delle reti tecnologiche aeree (illuminazione, cavi elettrici, telefonici ed altro) restando l'Appaltatore esclusivamente responsabile degli eventuali danni.

Al termine delle operazioni, se necessario, dovrà essere ripristinata la morfologia del terreno anche con riporti di suolo, inoltre dovranno essere allontanati tutti i residui della vegetazione, compreso gli inerti affiorati durante gli scavi e portati alla Pubblica Discarica o altro luogo indicato dalla Direzione dei Lavori.

Nel caso la pianta da abbattere sia colpita da patologie di facile propagazione, l'Appaltatore è tenuto a seguire tutte le norme igienico-sanitarie del caso, nonché quelle eventualmente previste dalla legislazione vigente.

La Direzione dei Lavori potrà richiedere anche lo spargimento di prodotti disinfettanti all'interno dello scavo.

Durante le operazioni di abbattimento degli alberi e arbusti dovrà essere garantita la vigilanza a terra di idoneo personale per impedire l'avvicinamento casuale o fortuito di persone, cose od animali nel raggio d'azione e di caduta dell'albero o delle sue parti. I residui legnosi del diceppamento e gli esiti del decespugliamento potranno essere triturati ed utilizzati come sostanza organica ammendante da distribuire in cantiere.

Art. 1.25.2 Sfalcio dell'erba e cure colturali

L'Appaltatore è tenuto ad eseguire lo sfalcio meccanico o manuale delle aree a prato e a zolle, ogni volta che l'erba superi l'altezza di 30 cm, allontanando entro 24 ore erba e fieno, avendo cura di evitare la dispersione sul piano viabile.

L'Appaltatore è tenuto a effettuare tutte le cure del caso alle colture, siano state messe a dimora da lui stesso ovvero fossero già presenti al momento della consegna dei lavori: dovrà provvedere alla sostituzione delle fallanze, alle potature, diserbi, sarchiature, concimazioni stagionali, sfalci, trattamenti antiparassitari, e all'annaffiamento in fase di attecchimento di ogni specie sia erbacea che arborea e arbustiva.

Le operazioni di cui sopra graveranno sull'Appaltatore, dal momento della consegna dei lavori al momento del collaudo, con la successiva garanzia di cui all'art. 1667 del codice civile, senza che possa pretendere compensi di sorta in aggiunta a quelli di elenco, nei quali si devono intendere già compresi e compensati.

Art. 1.26 ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI

Prima di dare inizio a lavori di sistemazione, varianti, allargamenti ed attraversamento di strade esistenti, l'Appaltatore è tenuto ad informarsi presso gli enti proprietari delle strade interessate dall'esecuzione delle opere (Compartimento dell'A.N.A.S., Province, Comuni, Consorzi) se eventualmente nelle zone nelle quali ricadono le opere stesse esistano cavi sotterranei (telefonici, telegrafici, elettrici) o condutture (acquedotti, oleodotti, metanodotti ecc.).

In caso affermativo l'Appaltatore dovrà comunicare agli enti proprietari di dette opere (Circolo Costruzioni Telegrafiche Telefoniche, Comuni, Province, Consorzi, Società ecc.) la data presumibile dell'esecuzione delle opere nelle zone interessate, chiedendo altresì tutti quei dati (ubicazione, profondità) necessari al fine di potere eseguire i lavori evitando danni alle cennate opere. Il maggiore onere al quale l'Appaltatore dovrà sottostare per l'esecuzione delle opere in dette condizioni si intende compreso e compensato coi prezzi di elenco.

Qualora nonostante le cautele usate si dovessero manifestare danni ai cavi od alle condotte, l'Impresa dovrà provvedere a darne immediato avviso mediante telegramma sia agli enti proprietari delle strade, che agli enti proprietari delle opere danneggiate ed alla Direzione dei Lavori.

Nei confronti dei proprietari delle opere danneggiate l'unico responsabile rimane l'Appaltatore, rimanendo del tutto estranea la Stazione Appaltante da qualsiasi vertenza, sia essa civile che penale.

In genere l'Appaltatore avrà facoltà di sviluppare i lavori nel modo che crederà più conveniente per darli perfettamente compiuti nel termine contrattuale purché, a giudizio della Direzione dei Lavori, non riesca pregiudizievole alla buona riuscita delle opere ed agli interessi della Stazione Appaltante.

La Stazione Appaltante si riserva ad ogni modo il diritto di stabilire l'esecuzione di un determinato lavoro entro un congruo termine perentorio, senza che l'Appaltatore possa rifiutarsi o farne oggetto di richiesta di speciali compensi.

Appena constatata l'ultimazione dei lavori, la strada sarà aperta al pubblico transito. La Stazione Appaltante però si riserva la facoltà di aprire al transito i tratti parziali del tronco che venissero progressivamente ultimati a partire dall'origine o dalla fine del tronco, senza che ciò possa dar diritto all'Appaltatore di avanzare pretese all'infuori della rivalsa, ai prezzi di elenco, dei ricarichi di massicciata o delle riprese di trattamento superficiale e delle altre pavimentazioni che si rendessero necessarie.

CAPO 2 - MATERIALI NON LEGATI O A LEGANTE IDRAULICO

Art. 2.1 STRATO DI FONDAZIONE IN MISTO GRANULOMETRICAMENTE STABILIZZATO

Descrizione

La fondazione è realizzata con misto granulare corretto granulometricamente, ovvero con misto granulare (miscela di varie pezzature di aggregato, reperibile in natura e di provenienza diversa), corretto con l'aggiunta o la sottrazione di determinate frazioni granulometriche al fine di migliorarne le proprietà fisico-meccaniche. La correzione può avvenire mediante materiale naturale o proveniente da frantumazione.

La frazione grossa di tali miscele (inerte con dimensioni superiori a 2 mm) potrà essere costituita da ghiaie, frantumati, detriti di cava o altro materiale ritenuto idoneo dalla Direzione Lavori.

La fondazione potrà essere formata da materiale di apporto idoneo, oppure da correggersi con adeguata attrezzatura, in impianto fisso di miscelazione. Sarà possibile utilizzare anche materiale in frazione unica, purché rispondenti ai requisiti richiesti per la miscela di aggregati.

Lo spessore da assegnare alla fondazione sarà fissato dalla Direzione Lavori.

Caratteristiche dei materiali da impiegare

Il rispetto dei requisiti di accettazione da parte degli aggregati per strati di fondazione non legati dovrà rispondere a quanto previsto dalla marcatura ed etichettatura CE dei prodotti secondo quanto previsto all'appendice ZA della norma UNI EN 13242:2008 e verificato sulla base delle prescrizioni contenute nella suddetta norma.

In ogni caso i materiali dovranno essere conformi ai sistemi di attestazione previsti dalla normativa vigente

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

- 1) L'aggregato deve avere dimensioni tali da risultare completamente passante al setaccio da 63 mm; non deve essere costituito da granuli di forma appiattita, allungata o lenticolare.
- 2) Il rapporto tra il passante al setaccio 0,063 mm ed il passante al setaccio 0,50 mm deve essere inferiore a 2/3.
- 3) La *granulometria* deve essere compresa nel seguente fuso e deve avere andamento continuo ed uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti:

Setacci ISO 565 (serie base + gruppo 2)	Passante in peso
Setaccio 63	100
Setaccio 40	88 - 100
Setaccio 20	62 - 90
Setaccio 8	35 - 69
Setaccio 4	23 - 53
Setaccio 2	15 - 40
Setaccio 0,5	8 - 24
Setaccio 0, 063	2 - 10

- 4) La perdita in peso alla prova Los Angeles, eseguita sulle singole pezzature, secondo la norma UNI EN 1097-2:1999 "Prove per determinare le proprietà meccaniche e fisiche degli aggregati - Metodi per la determinazione della resistenza alla frammentazione", non deve essere superiore al 30% (LA₃₀).
- 5) L'equivalente in sabbia, secondo la norma UNI EN 933-8:2000 "Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati - Valutazione dei fini - Prova dell'equivalente in sabbia", determinato sull'aggregato della miscela da utilizzare, deve essere compreso fra 30 e 65%. I limiti superiore e inferiore dell'equivalente in sabbia potranno essere variati dalla Direzione Lavori in funzione della provenienza e delle caratteristiche del materiale utilizzato. In particolare, per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso fra 25 e 40%, se ritenuti idonei, la Direzione Lavori richiederà, in ogni caso, la verifica dell'indice di portanza CBR di cui al successivo comma 6).
I suddetti controlli dovranno essere ripetuti sul materiale prelevato dopo costipamento in situ.
- 6) L'indice di portanza californiano CBR, secondo la normativa UNI EN 13286-47:2006 "Miscele non legate e legate con leganti idraulici: Metodo di prova per la determinazione dell'indice di portanza CBR, dell'indice di portanza immediata e del rigonfiamento", determinato dopo aver sottoposto il campione a quattro giorni di

imbibizione in acqua, deve risultare non inferiore al 30%. L'indice C.B.R., inoltre, non dovrà scendere al di sotto del valore anzidetto per variazioni dell'umidità ottima di costipamento di $\pm 2\%$.

- 7) Qualora ritenuto necessario dalla Direzione Lavori, l'aggregato grosso (frazione di dimensioni maggiori di 2 mm), deve avere una sensibilità al gelo, determinata secondo la Norma UNI EN 1367-1:2007 *"Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati: Determinazione della resistenza al gelo e disgelo"*, non superiore al 20%.
- 8) L'aggregato fino (frazione di dimensioni minori di 2 mm) deve avere un Limite Liquido, ai sensi della Norma UNI CEN ISO/TS 17892-12:2005 *"Indagini e prove geotecniche - Prove di laboratorio sui terreni - Parte 12: Determinazione dei limiti di Atterberg"*, non superiore al 25%; il Limite Plastico deve essere non determinabile (e così l'Indice di Plasticità).

Il modulo di deformazione M_d dello strato deve essere quello inserito nel progetto della pavimentazione e viene determinato impiegando la metodologia indicata nella Norma Svizzera SNV 670 317a.

Se le miscele contengono oltre il 60% in peso di elementi frantumati a spigoli vivi, l'accettazione avverrà sulla base delle sole caratteristiche indicate ai precedenti commi 1 - 5, (eventualmente 7) e 8, salvo nel caso citato al comma 5) in cui la miscela abbia *equivalente in sabbia* compreso tra 25 e 30%.

Studio della miscela in laboratorio

Al fine di determinare la migliore formulazione dell'impasto per la realizzazione dello strato di fondazione, l'Appaltatore dovrà preliminarmente eseguire uno studio di fattibilità e di ottimizzazione, mediante il quale definire i componenti della miscela, le relative caratteristiche fisico-meccaniche e i dosaggi delle pezzature, necessari per la produzione di un misto stabilizzato in grado di meglio soddisfare ai requisiti di accettazione previsti dal presente Capitolato.

Gli esiti e le conclusioni dell'indagine preliminare (mix-design) dovranno essere opportunamente documentati con tutti i certificati relativi alle prove di laboratorio effettuate, sia sui materiali componenti che sullo stabilizzato da utilizzare in fase di stesa. Dovrà essere inoltre contestualmente trasmessa alla Direzione Lavori una relazione circostanziata che illustri, in modo chiaro ed inequivocabile:

- a) Tipologia e caratteristiche dei materiali che saranno utilizzati per la realizzazione dello strato di fondazione;
- b) Luogo, modalità e tempi del loro approvvigionamento;
- c) Luogo, modalità e tempi del loro impiego, trattamento e messa in opera;
- d) Provvedimenti da porre in atto per garantire il mantenimento nel tempo dei loro requisiti fisici e meccanici, previsti nello studio preliminare e richiesti dal capitolato;
- e) Provvedimenti previsti in caso di variazione delle condizioni di cui ai predetti punti a-b-c.

Lo studio di fattibilità e ottimizzazione sui singoli componenti del misto granulometricamente stabilizzato, nonché sul prodotto finale, dovrà concernere la scelta degli aggregati lapidei nelle varie pezzature; dovranno essere indicate la natura e la provenienza dell'inerte, nonché, per ciascuna frazione e per lo stabilizzato che si intende impiegare, la curva granulometrica (UNI EN 933-1:1999 *"Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati - Determinazione della distribuzione granulometrica - Analisi granulometrica per stacciatura"*), la massa volumica apparente dei granuli (UNI EN 1097-6:2002 *"Prove per determinare le proprietà meccaniche e fisiche degli aggregati - Determinazione della massa volumica dei granuli e dell'assorbimento d'acqua"*) e tutte le caratteristiche fisiche e meccaniche indicate dal Capitolato fra i requisiti di accettazione (art. 1.2).

Modalità esecutive

Il materiale verrà steso in strati di spessore finito non superiore a 20cm e non inferiore a 10 cm, e dovrà presentarsi, dopo costipato, uniformemente miscelato in modo da non presentare segregazione dei suoi componenti. L'eventuale aggiunta di acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione della densità è da effettuarsi mediante dispositivi spruzzatori.

A questo proposito si precisa che tutte le operazioni anzidette non devono essere eseguite quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato stabilizzato. Verificandosi comunque eccesso di umidità, o danni dovuti al gelo, lo strato compromesso dovrà essere rimosso e ricostituito a cura e spese dell'Impresa.

Il piano di posa dovrà avere la sagoma ed i requisiti di compattezza prescritti.

Il materiale pronto per il costipamento dovrà presentare in ogni punto la prescritta granulometria;

Il costipamento sarà effettuato con l'attrezzatura più idonea al tipo di materiale impiegato e comunque dovrà essere oggetto di preventiva approvazione da parte della Direzione Lavori.

Il costipamento dello strato dovrà essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 95% della densità massima fornita dalla prova di costipamento, eseguita secondo la Norma UNI EN 13286-2:2010 *"Miscele non legate e legate con leganti idraulici: Metodi di prova per la determinazione della massa volumica e del contenuto di acqua di riferimento di laboratorio - Costipamento Proctor"* con il procedimento AASHTO modificato.

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:

$$d_r = \frac{d_i * P_c * (100 - x)}{100 * P_c - x * d_i}$$

in cui:

d_r = densità della miscela priva degli elementi di dimensione superiore a 25 mm;

d_i = densità della miscela "tal quale" (comprensiva, cioè, dell'inerte con dimensioni superiori a 25 mm);

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

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

La suddetta formula di trasformazione potrà essere applicata anche nel caso di miscele contenenti una percentuale in peso di elementi di dimensione superiore a 25 mm, compresa tra il 25 e il 40%. In tal caso, nella stessa formula, al termine x dovrà essere sempre dato il valore 25 (indipendentemente dalla effettiva percentuale in peso del trattenuto al crivello UNI 25 mm).

Controllo dei requisiti di accettazione

Il rispetto dei requisiti di accettazione sarà accertato dalla Direzione Lavori in corso d'opera, prelevando in cantiere il materiale già miscelato, sia all'atto della stesa che dopo il costipamento.

Nel cantiere di stesa dovranno essere effettuati i seguenti controlli:

- Verifica dell'idoneità delle attrezzature di stesa e rullatura;
- Verifica della composizione e delle caratteristiche intrinseche della miscela di aggregati, secondo i requisiti di cui all'art. 1.2;
- Verifica delle caratteristiche fisico-meccaniche del materiale costipato e, in particolare, di:
 - peso specifico in situ*, secondo la Norma CNR B.U. n° 22 del 3 Febbraio 1972, in relazione alla densità massima determinata con procedura AASHTO Modificato e secondo le indicazioni di cui al precedente art. 1.4;
 - modulo di deformazione M_d* determinato con prova di carico su piastra al primo ciclo di carico, nell'intervallo di pressione compreso tra 0,15 e 0,25 N/mm², secondo la Norma Svizzera SNV 670 317a; esso dovrà risultare non inferiore a 80 Mpa;
 - regolarità* dello strato: la superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllato a mezzo di un regolo di m 4,50 di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali.
- Verifica dello spessore dello strato finito: saranno previste tolleranze, in più o in meno, fino al 5% dello spessore totale, a condizione che il massimo scostamento si presenti solo saltuariamente.

Art. 2.2 STRATO DI FONDAZIONE (SOTTOBASE) IN MISTO CEMENTATO

Descrizione

Il misto cementato per fondazione sarà costituito da una miscela di inerti lapidei, impastata con cemento e acqua in impianto centralizzato con dosatori a peso o a volume. Lo spessore finito dell'unico strato in cui il materiale dovrà essere messo in opera in un unico strato non inferiore a cm 20 e non superiore a cm 30.

Caratteristiche dei materiali da impiegare

a) Inerti.

Il rispetto dei requisiti di accettazione da parte degli aggregati per strati di fondazione legati a legante idraulico dovrà rispondere a quanto previsto dalla marcatura ed etichettatura CE dei prodotti secondo quanto previsto all'appendice ZA della norma UNI EN 13242:2008 e verificato sulla base delle prescrizioni contenute nella suddetta norma.

In ogni caso i materiali dovranno essere conformi ai sistemi di attestazione previsti dalla normativa vigente

Saranno impiegati aggregati naturali e di frantumazione, anche costituiti da ghiaie e sabbie di cava e/o di fiume, a condizione che la percentuale di frantumato complessiva sia superiore al 40% in peso, sul peso totale degli inerti. La Direzione Lavori potrà permettere l'impiego di quantità di materiale frantumato inferiori al limite stabilito, previa verifica che la miscela finale presenti comunque le resistenze a compressione e a trazione, a 7 giorni, prescritte nel seguito (a tal fine, si potrà modificare la composizione della miscela variando la percentuale delle sabbie presenti e/o la quantità di passante al setaccio da 0,063 mm).

Sarà possibile utilizzare anche materiale in frazione unica, purché rispondenti ai requisiti richiesti per la miscela di aggregati.

Gli inerti avranno i seguenti requisiti:

- Il materiale deve avere dimensioni tali da risultare completamente passante al crivello UNI 40 (o setaccio equivalente); non deve essere costituito da granuli di forma appiattita, allungata o lenticolare.
- Granulometria* compresa nel seguente fuso ed avente andamento continuo ed uniforme:

Setacci ISO 565 (serie base + gruppo 2)	Passante in peso
---	-------------------------

Setaccio 25	100
Setaccio 20	80 - 100
Setaccio 16	66 - 87
Setaccio 8	41 - 61
Setaccio 4	24 - 39
Setaccio 2	18 - 30
Setaccio 0,5	9 - 19
Setaccio 0, 063	5 - 10

- 3) Perdita in peso alla *prova Los Angeles*, eseguita sulle singole pezzature, secondo la norma UNI EN 1097-2:2010, non superiore al 30% (LA₃₀):
- 4) *Equivalente in sabbia*, secondo la norma UNI EN 933-8:2012, compreso fra 30 e 60 %.
- 5) Qualora ritenuto necessario dalla Direzione Lavori, l'aggregato grosso (frazione di dimensioni maggiori di 4 mm) dovrà avere:
 - 5a) *sensibilità al gelo*, determinata secondo la Norma UNI EN 1367-1:2007, non superiore al 30%;
 - 5b) coefficiente di usura determinato con la *prova Micro-Deval*, secondo la Norma UNI EN 1097-1:2011 "*Prove per determinare le proprietà meccaniche e fisiche degli aggregati - Determinazione della resistenza all'usura (micro-Deval)*", in presenza di acqua (MDU), non superiore al 25 %.
- 6) L'aggregato fino (frazione di dimensioni minori di 2 mm) deve avere un Limite Liquido, ai sensi della Norma UNI CEN ISO/TS 17892-12:2005 "*Indagini e prove geotecniche - Prove di laboratorio sui terreni - Parte 12: Determinazione dei limiti di Atterberg*", non superiore al 25%; il Limite Plastico deve essere non determinabile (e così l'Indice di Plasticità).
- 7) Il contenuto di rocce tenere, alterate o scistose, rocce degradabili, solfatiche o reagenti con alcali del cemento, ai sensi della Norma UNI EN 932-3:2004, nell'aggregato fino deve essere inferiore all'1%. Così deve essere inferiore all'1%, nello stesso aggregato, il contenuto in ione SO₄⁻ e il contenuto di sostanze organiche (Norma UNI EN 1744-1:2010).

b) Legante.

I cementi impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 197-1:2011.

Saranno impiegati unicamente cementi della classe di resistenza 32.5.

c) Acqua.

Dovrà essere esente da impurità dannose, oli, acidi, alcali, materie organiche e da qualsiasi altra sostanza nociva. La quantità di acqua nella miscela sarà quella corrispondente all'umidità ottima di costipamento, con una possibile variazione percentuale (in aumento o in diminuzione) di 2 punti per consentire il raggiungimento delle resistenze appresso indicate.

Studio della miscela in laboratorio

Al fine di determinare la migliore formulazione dell'impasto per la realizzazione dello strato di fondazione (sottobase), l'Appaltatore dovrà preliminarmente eseguire uno studio di fattibilità e di ottimizzazione, mediante il quale definire i componenti della miscela, le relative caratteristiche fisico-meccaniche e i dosaggi delle pezzature, necessari per la produzione di un misto cementato in grado di meglio soddisfare ai requisiti di accettazione previsti dal presente Capitolato.

Gli esiti e le conclusioni dell'indagine preliminare (mix-design) dovranno essere opportunamente documentati con tutti i certificati relativi alle prove di laboratorio effettuate, sia sui materiali componenti che sul misto da utilizzare in fase di stesa.

Dovrà essere inoltre contestualmente trasmessa alla Direzione Lavori una relazione circostanziata che illustri, in modo chiaro ed inequivocabile:

- Tipologia e caratteristiche dei materiali che saranno utilizzati per la realizzazione dello strato di fondazione (sottobase), con particolare riguardo a inerte e legante;
- Luogo, modalità e tempi del loro approvvigionamento;
- Luogo, modalità e tempi del loro impiego, trattamento e messa in opera;
- Provvedimenti da porre in atto per garantire il mantenimento nel tempo dei loro requisiti fisici e meccanici, previsti nello studio preliminare e richiesti dal Capitolato;
- Provvedimenti previsti in caso di variazione delle condizioni di cui ai predetti punti 1 - 2 - 3.

Lo studio di fattibilità e ottimizzazione sui singoli componenti del misto cementato, nonché sul prodotto finale, dovrà concernere la scelta del cemento e degli aggregati lapidei nelle varie pezzature. Dovranno essere indicati: tipo, qualità e dosaggio del cemento; natura e provenienza dell'inerte; per ciascuna frazione e per la miscela di

aggregati che si intende impiegare, la curva granulometrica (UNI EN 933-1:2012), la massa volumica apparente dei granuli (UNI EN 1097-6:2008) e tutte le caratteristiche fisiche e meccaniche indicate dal Capitolato fra i requisiti di accettazione (art. 2.2.a/b/c).

Potranno essere accettati, ad insindacabile giudizio della D.LL., anche studi di miscele che, in precedenti esperienze, abbiano fornito i risultati richiesti, purché ne vengano verificate le resistenze meccaniche, preventivamente al loro utilizzo.

La quantità di acqua e di legante con cui effettuare l'impasto sarà preliminarmente determinata in laboratorio, per via sperimentale, mediante provini cilindrici su cui determinare la densità del secco, il carico di rottura a compressione, la resistenza a trazione indiretta, secondo la norma UNI EN 12390-6:2010

La prova di resistenza a compressione sarà eseguita su provini confezionati in stampi cilindrici di acciaio per prova C.B.R. (ai sensi della Norma UNI EN 13286-47:2006), privi di disco spaziatore e dotati di collare di prolunga; negli stampi, il materiale sarà costipato in n° 5 strati, con n° 85 colpi per strato, con un'energia pari a quella prevista nella norma UNI EN 13286-2:2010 per il procedimento AASHTO Modificato. Onde consentire il regolare costipamento dell'ultimo strato si dovrà aver cura che la miscela, a costipamento ultimato, ecceda di 1 cm circa rispetto all'altezza del cilindro; l'eccedenza verrà eliminata, previa rimozione del collare di prolunga e rasatura dello stampo, in modo che l'altezza del provino risulti essere pari a quella dello stampo C.B.R. medesimo.

Il confezionamento dei campioni sarà eseguito dosando gli inerti secondo la curva granulometrica di progetto, dopo aver eliminato la frazione trattenuta al setaccio 22.4 mm, preparando più impasti con percentuali di cemento diverse e, per ogni percentuale di cemento, con percentuali di acqua diverse. Con ogni impasto si confezioneranno almeno 4 provini, sui quali verrà calcolata la densità secca.

I provini dovranno essere conservati negli stampi in ambiente umido per le prime 24 ore dal confezionamento; saranno quindi estratti e fatti stagionare per 6 giorni in ambiente umido (umidità relativa non inferiore al 90%) a temperatura di circa 20 °C. Per prove eseguite in cantiere la stagionatura sarà effettuata in sabbia umida.

I provini, dopo la stagionatura, saranno sottoposti a prova di rottura a compressione, condotta con l'applicazione di uno sforzo unitario costante e la rottura dovrà avvenire tra 30 e 60 s. La resistenza a compressione a 7 giorni, espressa come media su quattro provini, dovrà risultare compresa fra 3,50 e 6,50 N/mm²; qualora uno dei valori dovesse scostarsi dalla media di oltre il 20%, la media aritmetica sarà computata sui campioni rimanenti, a condizione che nessuno di questi manifesti un pari scostamento dalla media risultante. In quest'ultima circostanza, qualora fossero due i campioni con valori di resistenza a compressione che si scostano di oltre il 20% dalla media, la prova dovrà essere integralmente ripetuta.

La prova di resistenza a trazione indiretta (prova brasiliana) sarà eseguita su provini confezionati secondo le modalità previste per la prova di compressione.

Il carico dovrà essere applicato, collocando il provino con il proprio asse orizzontale e interponendo appositi listelli in compensato o cartone duro (di sezione minima di mm 15 x 4 e lunghezza maggiore dell'altezza del campione), mediante i piatti di una pressa che dovranno trasmettere un gradiente di tensione costante sino a rottura, in ragione di 0,02 MPa/s. La resistenza a trazione indiretta, determinata su almeno tre provini, dovrà risultare non inferiore a 0,30 MPa.

Dall'indagine sperimentale eseguita con la prova di compressione e la prova di trazione indiretta dovranno essere scelti: curva granulometrica; contenuto di legante; contenuto d'acqua da utilizzare nel confezionamento della miscela; densità e resistenze di progetto da utilizzare come riferimento nelle prove di controllo.

Preparazione e controllo dei requisiti di accettazione in fase di confezionamento della miscela

L'Appaltatore, dopo aver eseguito lo studio della miscela in laboratorio, dovrà proporre alla Direzione Lavori la composizione da adottare e ad essa, una volta accettata, dovrà scrupolosamente attenersi per tutta la durata dei lavori.

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 distinti assortimenti ed il controllo della stessa dovrà essere eseguito almeno ogni 1500 m³ di miscela.

L'osservanza della granulometria dovrà essere assicurata con esami giornalieri, da eseguirsi presso la centrale di miscelazione, subito prima della miscelazione.

Per quanto concerne la curva granulometrica dell'inerte, rispetto al valore percentuale del passante ai singoli vagli della curva granulometrica 5 punti dal setaccio 25 mm al'adottata, sarà ammessa una tolleranza di 2 punti dal setaccio 2 mm al setaccio 0,063 mm, purché non setaccio 4 mm e di vengano superati i limiti del fuso.

Per la quantità di cemento non sarà tollerato uno scostamento, dalla 0,3 punti percentuali dal valore stabilito.

Modalità esecutive

Il materiale verrà steso in un unico strato di spessore finito pari a quello prescritto dal progetto.

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

Il materiale pronto per la messa in opera e il costipamento dovrà presentare in ogni punto la prescritta granulometria, composizione e dosaggio dei componenti. Dovrà, inoltre, possedere le caratteristiche fisico-meccaniche di impiego di cui agli artt. 2.2 e 2.3, fatte salve le prescrizioni di cui all'art. 2.4. Una volta in opera, esso dovrà presentarsi, dopo costipamento, uniformemente miscelato, in modo da non rivelare segregazione dei suoi componenti.

La stesa verrà eseguita impiegando finitrici vibranti.

Il costipamento e la finitura dello strato saranno effettuati con l'attrezzatura più idonea al tipo di materiale impiegato e comunque essa dovrà essere oggetto di preventiva approvazione da parte della Direzione Lavori. In generale, il costipamento sarà realizzato con rulli lisci vibranti e rulli gommati (oppure rulli misti vibranti e gommati), comunque semoventi.

L'idoneità dell'attrezzatura e le modalità esecutive di posa e costipamento del misto cementato verranno, per ogni cantiere, determinate dalla Direzione Lavori su una stesa sperimentale, dove sarà utilizzata la miscela studiata per l'intervento specifico secondo la procedura di cui al precedente art. 2.3.

Tutte le operazioni anzidette non dovranno essere eseguite quando le condizioni ambientali risulteranno tali da poter danneggiare la qualità della strato.

La stesa della miscela non dovrà, di norma, essere eseguita con temperature dell'aria inferiori a 5 e superiori a 25 °C, né in presenza di pioggia. Potrà, tuttavia, essere consentita la stesa a temperature comprese fra i 25 e i 30 °C, a condizione che il misto cementato sia protetto da evaporazione durante il trasporto dall'impianto di miscelazione al luogo di impiego (ad esempio con teloni); nella stessa circostanza, sarà necessario provvedere ad un'abbondante bagnatura del piano di posa del misto cementato prima della sua applicazione, al fine di prevenire un'anomalo assorbimento dell'acqua di impasto da parte del sottofondo.

Le operazioni di costipamento del misto cementato e la successiva applicazione dello strato protettivo in emulsione bituminosa sulla superficie del medesimo, dovranno essere eseguite immediatamente dopo la stesa della miscela.

Le condizioni ideali di lavoro si hanno con temperature di 15 – 18 °C ed umidità relativa 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, da togliere 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 su tutto lo spessore dello strato.

Non saranno eseguiti altri giunti, all'infuori di quelli di ripresa.

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

Strati eventualmente compromessi da improprie condizioni meteorologiche o da altre cause dovranno essere rimossi e ricostruiti a cura e spese dell'Appaltatore.

Protezione superficiale

Subito dopo il completamento delle opere di costipamento e di rifinitura dovrà essere eseguito lo stendimento di un velo protettivo di emulsione bituminosa acida (cationica) al 55% in ragione di 1-1,5 kg/m², in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui esso potrà venire sottoposto; successivamente si provvederà allo spargimento di sabbia.

Controllo dei requisiti ed accettazione delle lavorazioni

Il costipamento dello strato in misto cementato dovrà essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 97% della densità massima del progetto.

Il controllo di detta densità dovrà essere eseguito con cadenza giornaliera (almeno 1 prova per giornata lavorativa), prelevando il materiale durante la stesa, ovvero prima dell'indurimento.

La *densità* in sito si valuterà secondo le prescrizioni della Norma CNR B.U. n° 22 del 3 Febbraio 1972 (metodo del volumometro a sabbia o a membrana), avuto riguardo di correggere la misura in modo da eliminare il contributo degli elementi di dimensione superiore a 20 mm (ex crivello 25 mm). Ciò potrà essere ottenuto mediante la metodologia analitica proposta all'art. 1.4, 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 successiva misurazione del volume. Il controllo della densità potrà anche essere effettuato sullo strato finito (almeno con 15-20 giorni di stagionatura), su provini estratti tramite carotatrice; la densità secca verrà ricavata come rapporto tra il peso della carota, essiccata in stufa a 105-110 °C, ed il suo volume, ricavato per mezzo di pesata idrostatica previa paraffinatura del provino. In questo caso la densità dovrà risultare non inferiore al 100% della densità del progetto.

Nel corso delle prove di densità verrà anche determinata l'umidità della miscela che, per i rilievi effettuati alla stesa, non dovrà eccedere le tolleranze indicate all'art. 2.2.c. Prove di *compressione* e di *trazione indiretta* saranno eseguite prelevando un numero minimo di 8 campioni (4 per la compressione, 4 per la trazione) per ogni 1500 m³ di materiale costipato e frazione eccedente. La preparazione dei provini per le singole determinazioni avverrà previa eliminazione, mediante vagliatura con setaccio, dell'inerte con dimensioni superiori a 20 mm.

La resistenza, a 7 giorni, a *compressione* e a *trazione indiretta*, determinata su provini confezionati prelevando la miscela durante la stesa e prima del costipamento definitivo e stagionati secondo le indicazioni del precedente

articolo, potrà discostarsi dai valori di riferimento preventivamente determinati in laboratorio con una tolleranza del 20 %, in aumento come in diminuzione, ma mai potrà essere inferiore ai minimi prescritti per lo studio di laboratorio (rispettivamente 4 MPa per la *resistenza a compressione*, 0,25 N/mm² per la *resistenza a trazione* indiretta).

Il *modulo di deformazione* M_d determinato con prova di carico su piastra al primo ciclo di carico, nell'intervallo di pressione compreso tra 0,15 e 0,25 N/mm², secondo la Norma Svizzera SNV 670 317a, fra 3 e 12 ore (e comunque non oltre le 24 ore) dopo la compattazione del materiale, dovrà altresì risultare non inferiore a 150 MPa. La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllato a mezzo di un regolo di m. 4,50 di lunghezza, disposto secondo due direzioni ortogonali; tale scostamento non potrà essere che saltuario. Qualora si dovesse rilevare un maggior scostamento dalla sagoma di progetto, non sarà consentito il ricarico superficiale e l'Impresa dovrà rimuovere e riapplicare, a sua totale cura e spesa, lo strato per il suo intero spessore.

Art. 2.3 CONGLOMERATI BITUMINOSI A CALDO

Art. 2.3.1 Analisi e misure dei materiali

Nel corso delle attività di Direzione Lavori, il Direttore Lavori, quando necessario per l'effettuazione di un controllo, di una verifica del raggiungimento di specifici valori prestazionali, di un'analisi di materiali presenti o da porsi in opera, indicherà quale strumento di misurazione dovrà essere utilizzato e con quale livello di precisione. In tal caso l'Appaltatore o il professionista a cui l'Appaltatore si rivolgerà per l'esecuzione di tali prove, misurazioni, analisi dovrà:

- Fornire anticipatamente informazioni alla Direzione Lavori sul tipo e caratteristiche dello strumento che intende utilizzare richiedendo benestare;
- Fornire evidenze dell'avvenuta taratura dello strumento non oltre 1 anno prima dell'utilizzo (certificati di taratura, meglio se emessi da centri di taratura accreditati SIT o dichiarazioni scritte sulle modalità utilizzate per la taratura interna e la data in cui è stata effettuata);
- Dare evidenza che l'operatore addetto all'uso sia idoneo e abilitato all'uso dello stesso.

Gli oneri, derivanti dall'utilizzo di personale e mezzi, per l'esecuzione di ogni prova, misurazione o analisi richiesta dalla Direzione Lavori al fine della verifica della adeguatezza e rispondenza al progetto delle lavorazioni eseguite o dell'adeguatezza dei materiali presenti o da porsi in opera sono ad esclusivo carico del Appaltatore. Sono altresì a carico dell'Appaltatore tutti gli oneri di analisi e catalogazione dei materiali e gli oneri di smaltimento in discarica dei rifiuti. Sono a carico dell'Appaltatore le analisi sui materiali provenienti da operazioni di scavo inerenti al presente appalto nonché le analisi sui materiali derivanti da altri cantieri dell'Ente Appaltante prima del loro riutilizzo nell'ambito del presente appalto.

In particolare per quanto riguarda la contabilizzazione dei conglomerati bituminosi posti in opera, l'Appaltatore dovrà **consegnare quotidianamente i documenti di trasporto del materiale utilizzato**. Oltre a quelli verificati in cantiere dalla D.LL., dovranno essere inviati tutti i DDT **della giornata tramite mail in pari data**. La documentazione pervenuta in ritardo non verrà considerata nella contabilità.

Il D.LL. si riserverà di fare eseguire controlli a campione del peso dei mezzi presso una pesa pubblica situata nelle vicinanze del cantiere. Gli oneri di tali operazioni sono a carico dell'Appaltatore.

Qualora fosse necessario contabilizzare i **conglomerati bituminosi** con unità di misura di superficie o di volume (m² o m³), i **pesi specifici** convenzionali da considerare saranno i seguenti:

- Conglomerato bituminoso tipo **Binder: 2,40 ton/mc**;
- Conglomerato bituminoso per **strato di usura: 2,40 ton/mc**.

Qualora l'Appaltatore ritenesse i pesi specifici sopra elencati non rispondenti alla densità reale, dovrà fornire alla D.LL. idonee dimostrazioni tramite prove eseguite da laboratori ufficiali su campioni prelevati in sito in posizioni ed in quantità scelte dalla D.LL.; il tutto a proprie spese.

Art. 2.3.2 Trattamenti superficiali ancorati eseguiti con emulsioni bituminose

La prima applicazione di emulsione bituminosa sarà fatta generalmente a spruzzo di pompe a piccole dimensioni da applicarsi direttamente ai recipienti, eccezionalmente a mano con spazzoloni di piassava, regolando comunque l'uniformità della stesa del legante; rinunciandosi, ormai, quasi sempre, per avere una sufficiente durata del manto, al puro trattamento superficiale semplice, ed effettuandosi, quindi, una vera e propria, sia pur limitata, semipenetrazione parziale (onde il nome di trattamento superficiale ancorato), non si dovrà mai scendere, nella prima mano, sotto 3 Kg/m² e dovranno adoperarsi emulsioni al 55% sufficientemente viscosi. Si dovrà poi sempre curare che all'atto dello spandimento sia allentata la rottura dell'emulsione perché esso spandimento risulti favorito: e quindi, ove nella stagione calda la massicciata si presentasse troppo asciutta, essa dovrà essere leggermente inumidita.

Di norma, in luogo di procedere alla stesa dell'emulsione in un sol tempo, tanto per evitare dispersione di legante nella massicciata quanto per assicurarsi che la massicciata sia stata ben cilindrata a fondo, senza che si faccia assegnamento sull'azione del legante per ovviare a difetti di frettolosa cilindatura, e soprattutto onde ottenere che già si costituisca una parte di manto di usura, si suddividerà in due successivi spandimenti la prima mano: spandendo in un primo tempo 2 kg di emulsione per metro quadrato di superficie di carreggiata e praticando subito dopo un secondo spandimento di 1 kg di emulsione facendo seguire sempre ai trattamenti una leggera cilindatura.

La quantità complessiva di graniglia di saturazione delle dimensioni da 10 a 15 mm per la prima stesa e di 5 mm circa per la seconda mano, salirà ad almeno 20 litri per metro quadrato per i due tempi e di ciò si terrà conto nel prezzo. Aperta la strada al traffico, dopo i due tempi, l'Appaltatore dovrà provvedere perché per almeno otto giorni dal trattamento il materiale di copertura venga mantenuto su tutta la superficie, provvedendo se del caso ad aggiunta di pietrischetto.

Dopo otto giorni si provvederà al recupero di tutto il materiale non incorporato.

L'applicazione della seconda mano (spalmatura che costituirà il manto di usura) sarà effettuata a non meno di un mese dallo spargimento dell'emulsione del secondo tempo della prima mano, dopo aver provveduto all'occorrenza ad un'accurata rappezzatura della già fatta applicazione ed al nettamento della superficie precedentemente bitumata. Tale rappezzatura sarà preferibilmente eseguita con pietrischetto bituminato.

Il quantitativo di emulsione bituminosa da applicare sarà non minore di 1,2 kg/m² salvo maggiori quantitativi che fossero previsti nell'elenco dei prezzi.

Allo spandimento dell'emulsione seguirà - immediatamente dopo o con un certo intervallo di tempo, a seconda della natura dell'emulsione stessa - lo spargimento della graniglia (normale o pietrischetto) di saturazione della dimensione di circa 8 mm della quantità complessiva di circa un metro cubo per ogni 100 m² di carreggiata e lo spandimento sarà seguito da una leggera rullatura da eseguirsi preferibilmente con rullo compressore a tandem.

Detto pietrischetto o graniglia provverrà prevalentemente da idonee rocce di natura ignea comunque aventi resistenza alla compressione non inferiore a 1500 Kg/cm², coefficiente di frantumazione non superiore a 125 e coefficiente di qualità non inferiore a 14.

I quantitativi di emulsione bituminosa e di graniglia potranno variare all'atto esecutivo con susseguente variazione dei prezzi. È tassativamente vietato il reimpiego del materiale proveniente dalla prima mano rimasto libero che viene raccolto mediante scopatura del piano viabile prima dell'applicazione della seconda mano.

Nella pezzatura della graniglia si dovrà essere assolutamente esigenti evitando il montiglio così da avere una superficie sufficientemente scabra a lavoro finito. Lo spandimento del materiale di ricoprimento dovrà preferibilmente essere fatto con macchine che assicurino una distribuzione perfettamente uniforme.

Il quantitativo di materiale bituminoso sparso verrà controllato per confronto della capacità dei serbatoi delle macchine distributrici e l'area coperta con l'erogazione del contenuto di un serbatoio. Si compileranno comunque, secondo le disposizioni che impartirà la Direzione dei Lavori, verbali e rapportini circa i fusti giunti in cantiere, il loro peso medio accertato, il loro essere più o meno pieni, e il peso dei fusti vuoti dopo l'uso.

Per il controllo della qualità del materiale impiegato si preleveranno campioni che saranno avviati ai laboratori per le occorrenti analisi e prove.

Indipendentemente da quanto potrà risultare dalle prove di laboratorio e dal preventivo benessere della Direzione dei Lavori sulle forniture delle emulsioni, l'Appaltatore resta sempre contrattualmente obbligato a rifare tutte quelle applicazioni che dopo la loro esecuzione non abbiano dato sufficienti risultati e che sotto l'azione delle piogge abbiano dato segno di rammollimenti, stemperamento e si siano dimostrate soggette a facili asportazioni mettendo a nudo le sottostanti massicciate.

Art. 2.3.3 Compattazione dei conglomerati bituminosi

La compattazione è il trattamento necessario per ridurre il contenuto di vuoti nella miscela di conglomerato bituminoso e conferire migliori capacità portanti al manto stradale. L'adesione tra strisciate contigue e tra strati adiacenti deve creare una struttura compatta senza soluzione di continuità, una migliore distribuzione dei carichi e un incremento della vita utile della strada.

Il grado di compattazione a cui rendere soggetto un conglomerato bituminoso dipende dalla sua compattabilità ai sensi della norma UNI EN 12697-10, o proprietà quali:

- Tipo di miscela;
- Temperatura della miscela;
- Curva granulometrica;
- Tipo e quantità di legante;
- Condizioni meteo-climatiche durante la posa (es. Temperatura, vento);
- Spessore dello strato.

La compattazione potrà essere statica (se avviene esercitando sullo strato il solo peso proprio del rullo - forza verticale) o dinamica (se avviene con masse eccentriche che sfruttano vibrazioni e/o oscillazioni con impulsi verticali e orizzontali. La categoria di rulli dinamici più frequentemente utilizzata è quella che opera tramite vibrazioni).

L'ampiezza è la misura dello spostamento del tamburo del rullo vibrante/oscillante dalla posizione iniziale, durante la compattazione. In caso di rulli a vibrazione, il tamburo si sposta verso l'alto e verso il basso. In caso di rullo ad oscillazione, l'ampiezza indica di quanto si sposta il tamburo avanti e indietro.

In linea generale l'ampiezza necessaria è direttamente proporzionale allo spessore dello strato da compattare, per evitare fenomeni di sovracompattazione che possono ridurre anziché aumentare l'addensamento dello strato.

Regole di base per la compattazione e stesa dei conglomerati bituminosi

La preparazione e l'esecuzione della compattazione con il rullo deve essere sempre considerata in rapporto al tipo di miscela, alle condizioni del cantiere ed alle condizioni meteorologiche.

Il numero necessario di passate dipende dai seguenti fattori:

- Tipo e peso dei rulli;
- Velocità del rullo;
- Spessore di stesa;
- Temperatura della miscela/condizioni atmosferiche;
- Compattabilità della miscela;
- Pre-compattazione tramite vibrofinitrice;
- Stabilità del sottofondo.

Non è possibile fornire un dato numerico assoluto relativo al numero di passate senza conoscere questi parametri.

La velocità tipica del rullo per tutti i tipi di conglomerato bituminoso è compresa tra i 3 e i 6 km/h. In caso di velocità troppo elevata vi è il rischio di formazione di ondulazioni, specialmente utilizzando la vibrazione (effetto corrugato). Viceversa, in caso di velocità troppo bassa vi è un elevato rischio di formazione di ondulazioni a causa del movimento dello sterzo e di deformazione durante la compattazione per vibrazione.

La temperatura ideale per la compattazione del conglomerato è compresa tra 100 e 140 °C.

In questo range la maggior parte delle miscele bituminose può essere compattata tramite vibrazione e oscillazione. A temperature più elevate, essendo il materiale più molle e lavorabile si potrà utilizzare la compattazione dinamica con cautela, per evitare spostamento o segregazione del materiale. Pertanto, in certe circostanze (es. con conglomerato bituminoso avente bassa stabilità) e in presenza di temperature superiori a 140°C potrà essere imposta l'esecuzione della compattazione in modo statico. Viceversa, a temperature inferiori a 100°C (quando il materiale risulta molto viscoso e meno lavorabile), la compattazione potrà essere imposta solo per oscillazione o in modo statico, per evitare la frantumazione degli aggregati.

È comunque sempre raccomandabile che la compattazione sia completata a temperature comprese tra 80 e 100 °C.

In proposito, l'appaltatore dovrà osservare scrupolosamente le eventuali indicazioni di progetto e/o della Direzione lavori.

	Base	Binder	Usura	Drenante	Microtappeto
Rullo	Rulli pesanti	Rulli medi	Rulli medi	Rulli leggeri e medi	Rulli medi
Ampiezza	Iniziare con ampiezza elevata	Ampiezza elevata	Bassa ampiezza	Bassa ampiezza	Nessuna
Passate	n. da medio a elevato di passate	n. medio di passate	n. medio di passate	n. medio-basso di passate	n. basso di passate
Compattazione	Vibrazione e oscillazione	Vibrazione e oscillazione	Vibrazione e oscillazione	Statica o vibrazione	Solo per oscillazione o statica
Note particolari	In caso di conglomerato a bassa stabilità, compattare staticamente le prime due passate.	Materiale sensibile allo spostamento. Evitare basse velocità. Evitare temperature eccessive. In caso di conglomerato a bassa stabilità, compattare staticamente nelle prime due passate.	Evitare basse velocità. Evitare temperature eccessive. In caso di conglomerato a bassa stabilità, compattare staticamente le prime due passate.	Evitare temperature eccessive, per evitare il trascinamento del bitume verso l'alto. Solo un basso numero di passate con vibrazione.	Usando la vibrazione, si formerebbero ondulazioni. Oscillazione in una sola direzione (verso la vibrofinitrice).

Art. 2.3.4 Conglomerato bituminoso per strato di base

Descrizione

Lo strato di base in conglomerato bituminoso è costituito da un misto granulare, prevalentemente di frantumazione, composto da una miscela di aggregato grosso, fine e filler (secondo le definizioni riportate nella Norma UNI EN 13043:2004 *"Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti ed altre aree soggette a traffico"*), impastato a caldo con bitume semisolido per uso stradale (con definizione e requisiti di cui alla Norma Norme UNI EN 12591:2009 *"Bitume e leganti bituminosi - Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali"*), previo preriscaldamento degli aggregati, steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con rulli gommati, vibranti gommati e metallici.

Il conglomerato bituminoso, una volta messo in opera, dovrà conferire una resistenza meccanica allo strato di pavimentazione di cui fa parte tale da garantire la capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le

sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli e una sufficiente flessibilità nell'adattamento ad eventuali assestamenti del sottofondo, anche a medio-lungo termine.

Lo spessore dello strato di base è prescritto nei tipi di progetto, salvo diverse indicazioni dalla Direzione Lavori.

Caratteristiche dei materiali da impiegare

a) Materiali inerti

Il campionamento degli aggregati destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione dovrà essere eseguito secondo la Norma UNI EN 932-1:1998, la riduzione dei campioni in laboratorio dovrà essere eseguita in accordo alla Norma UNI EN 932-2:2000.

Il rispetto dei requisiti di accettazione da parte degli inerti impiegati nel conglomerato bituminoso per strati di collegamento ed usura dovrà rispondere a quanto previsto dalla marcatura ed etichettatura CE dei prodotti secondo quanto previsto all'appendice ZA della norma UNI EN 13043:2004 e verificato sulla base delle prescrizioni contenute nella suddetta norma.

In ogni caso i materiali dovranno essere conformi ai sistemi di attestazione previsti dalla normativa vigente

L'aggregato grosso (frazione di dimensioni maggiori di 2 mm) dovrà essere costituito almeno per il 70% da materiale frantumato e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- 1) Perdita in peso alla prova Los Angeles, secondo la Norma UNI EN 1097-2:2010, non superiore al 25% (LA₂₅);
- 2) Se richiesto dalla Direzione Lavori, sensibilità al gelo, determinata secondo la Norma UNI EN 1367-1:2007, non superiore al 30%;
- 3) Contenuto di rocce tenere, alterate o scistose, e di rocce degradabili, ai sensi della Norma UNI EN 933-2:1997, inferiore all'1%;

In ogni caso, l'aggregato grosso dovrà essere costituito da elementi sani, duri, durevoli, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei o inquinanti. I grani di aggregato non dovranno mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare.

Potrà essere usato conglomerato bituminoso proveniente dalla frantumazione o fresatura a freddo (fresato), previa sua riduzione a pezzature compatibili con la lavorazione in essere.

La percentuale in peso di materiale fresato riferite al totale della miscela di inerti non potrà superare il 25% e sarà dipendente dalle caratteristiche dell'impianto e dalla capacità dell'Impresa di gestire il processo.

La percentuale di conglomerato fresato da impiegare e le caratteristiche dell'impianto di produzione andranno obbligatoriamente dichiarati nello studio preliminare della miscela che l'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori prima dell'inizio dei lavori per definire i parametri di riferimento.

L'aggregato fino (frazione di dimensioni minori di 2 mm) dovrà essere costituito da sabbie di frantumazione e naturali (la percentuale di queste ultime sarà prescritta, di volta in volta, dalla Direzione Lavori in relazione ai valori di scorrimento della prova Marshall, ma comunque non dovrà essere mai superiore al 30% in peso della miscela delle sabbie) e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- 1) *Limite Liquido*, ai sensi della Norma UNI CEN ISO/TS 1789-12, non superiore al 25%; il *Limite Plastico* deve essere non determinabile (e così l'*Indice di Plasticità*);
- 2) Contenuto di rocce tenere, alterate o scistose, e di rocce degradabili, ai sensi della UNI EN 933-2:1997, inferiore all'1%;
- 3) *Equivalente in sabbia*, determinato secondo la Norma UNI EN 933-8:2012, non inferiore al 50 %.

Gli eventuali **additivi**, provenienti dalla macinazione di rocce calcaree o costituiti da cemento, calce idraulica, dovranno soddisfare ai seguenti requisiti:

- Essere completamente passanti al setaccio 0,25 mm della serie UNI EN 13043:2004;
- Avere una percentuale di passante, in peso, al setaccio 0,125 mm della serie UNI EN 13043:2004 non inferiore a 90.
- Avere una percentuale di passante, in peso, al setaccio 0,063 mm della serie UNI EN 13043:2004 non inferiore a 85.

L'analisi granulometrica sull'additivo dovrà essere eseguita secondo la Norma UNI EN 933-10:2009.

b) Legante

Esso dovrà avere i requisiti prescritti dalle Norme UNI EN 12591:2009 "Bitume e leganti bituminosi - Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali", per i bitumi semisolidi B 50-70 o 70-100.

CARATTERISTICHE BITUMI SEMISOLIDI PER USI STRADALI

DETERMINAZIONE	Unità di misura	Classe		
		5	6	7
Penetrazione a 25 °C	dmm	40-60	50-70	70-100
Punto di rammollimento (palla- anello)	° C	48-56	46-54	43-51
Punto di rottura Fraass, massimo	°C	- 7	- 8	-10
viscosità a 60° C	Pa.s	175	145	90
penetrazione residua dopo R.T.F.O.T., min.	%	50	50	46

Punto di rammollimento dopo R.T.F.O.T., min.	°C	49	48	45
Solubilità in solventi organici, minima	%	99	99	99

Per la valutazione delle caratteristiche di accettazione si farà riferimento alle seguenti Normative Europee:

UNI EN 1426:2007 *"Determinazione della penetrazione con ago"*;

UNI EN 1427:2007 *"Determinazione del punto di rammollimento - metodo biglia ed anello"*;

UNI EN 12593:2007 *"Determinazione del punto di rottura secondo il metodo Fraass"*;

UNI EN 13302:2010 *"Bitumi e leganti bituminosi - Determinazione della viscosità dinamica di un legante bituminoso utilizzando un viscosimetro rotante"*

UNI EN 12607-1:2007 *"Determinazione della resistenza all'indurimento per effetto del calore e dell'aria – Metodo RTFOT"*.

UNI EN 12592:2007 *"Determinazione della solubilità"*;

c) Miscela

In accordo a quanto fissato dalla Direttiva 89/106/CEE ed applicabile ai conglomerati bituminosi, si dovrà garantire la produzione di tutte le miscele nel rispetto delle caratteristiche essenziali ed in conformità a quanto espresso nell'appendice ZA delle Norme UNI EN 13108-1:2006. In ogni caso il conglomerato dovrà essere conforme anche ai sistemi di attestazione previsti dalla normativa vigente.

La miscela degli aggregati da adottarsi dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Setacci ISO 565 <i>(serie base + gruppo 2)</i>	Passante in peso
Setaccio 32	100
Setaccio 20	73 - 100
Setaccio 16	60 - 94
Setaccio 12.5	49 - 87
Setaccio 8	38 - 73
Setaccio 4	27 - 56
Setaccio 2	17 - 40
Setaccio 1	12 - 31
Setaccio 0, 5	7 - 22
Setaccio 0, 25	5 - 16
Setaccio 0, 063	3 - 8

Il tenore di bitume della classe 6 (pen. 50/70) dovrà essere compreso tra il 3,8% - 4.5% in peso, riferito al peso totale degli aggregati e la percentuale ottimale dovrà essere determinata attraverso studio della miscela con il metodo Marshall oppure in alternativa con il metodo volumetrico. Per gli strati di minor spessore finito dovranno essere adottate composizioni granulometriche prossime alla curva limite superiore.

A seconda del metodo di studio utilizzato il conglomerato dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

METODO MARSHALL (Norma UNI EN 12697-30:2007)	
Condizioni di prova	Valore richiesto
Costipamento	75 colpi per faccia
Parametri	
Stabilità (UNI EN 12697-34)	8 ÷ 12 kN
Rigidezza	2,5 ÷ 4 kN/mm
Vuoti residui (UNI EN 12697-8)	3 ÷ 6

METODO VOLUMETRICO (Norma UNI EN 12697-31:2007)	
Condizioni di prova	Valore richiesto
Angolo di rotazione	1.25° ± 0.02
Velocità di rotazione	30 rotazioni/min
Pressione verticale	600 Kpa

Diametro del provino	150 mm
Parametri	
Vuoti a 10 rotazioni	12 ÷ 15
Vuoti a 100 rotazioni	3 ÷ 6
Vuoti a 180 rotazioni	> 2

La densità a 100 rotazioni costituisce la densità giratoria di progetto D_g e dovrà essere utilizzata per il calcolo dell'addensamento della pavimentazione in opera.

Sulla miscela definita con la pressa giratoria con provini confezionati alla densità giratoria di progetto D_g dovrà essere determinato il modulo di rigidezza a 20° C (UNI EN 12697-26:2012, All. C) il quale andrà a costituire il riferimento per i controlli nel corso della messa in opera.

Studio della miscela in laboratorio

Al fine di determinare la migliore formulazione dell'impasto per la realizzazione dello strato di base, l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni, uno studio di fattibilità e di ottimizzazione, mediante il quale definire i componenti della miscela, le relative caratteristiche fisico-meccaniche e i dosaggi necessari per la produzione di un conglomerato bituminoso in grado di meglio soddisfare ai requisiti di accettazione previsti dal presente Capitolato.

Gli esiti e le conclusioni dell'indagine preliminare (mix-design) dovranno essere opportunamente documentati con tutti i certificati relativi alle prove di laboratorio effettuate, sia sui materiali componenti che sul conglomerato da utilizzare in fase di stesa.

Lo studio di fattibilità e ottimizzazione sui singoli componenti del conglomerato bituminoso, nonché sul prodotto finale, dovrà concernere la scelta del legante e degli aggregati lapidei nelle varie pezzature. Dovranno essere indicati: tipo, qualità e dosaggio del bitume; natura e provenienza dell'inerte mediante la certificazione della marcatura CE; per ciascuna frazione e per la miscela di aggregati che si intende impiegare, la curva granulometrica (UNI EN 933-1:2012), la massa volumica apparente dei granuli (UNI EN 1097-6:2008) e tutte le caratteristiche fisiche e meccaniche indicate dal Capitolato fra i requisiti di accettazione (art. 4.1.2.a/b/c).

Il dosaggio di legante con cui confezionare il conglomerato sarà preliminarmente determinato in laboratorio, per via sperimentale, mediante metodo Marshall o in alternativa metodo volumetrico, da realizzare secondo le modalità descritte al precedente art. 4.1.2.c.

La Direzione Lavori si riserva, in ogni caso, di approvare i risultati prodotti dall'Impresa o di fare studiare diverse formulazioni dell'impasto.

L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Appaltatore relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

Una volta accettato dalla Direzione Lavori lo studio della miscela proposta, l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente, saranno tollerati scostamenti, rispetto allo studio di formulazione, pari a:

- $\pm 5\%$ sull'aggregato grosso;
- $\pm 2\%$ sull'aggregato fine;
- $\pm 1.5\%$ sulla quantità di filler;
- $\pm 0.25\%$ sulla quantità di bitume.

Formazione e confezione della miscela

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi automatizzati di tipo discontinuo, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti ed efficienti in ogni loro parte. Gli impianti dovranno comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di progetto.

Il dosaggio dei componenti della miscela dovrà essere eseguito a peso, mediante idonea apparecchiatura la cui efficienza dovrà essere costantemente controllata.

Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione, nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

La zona destinata all'ammannimento degli inerti sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre, i cumuli delle diverse classi di inerte dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori dovrà eseguirsi con la massima cura. Si farà uso di almeno 4 classi di aggregati con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate.

La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità per garantire il perfetto essiccamento dell'aggregato; una perfetta vagliatura dovrà assicurare una idonea riclassificazione delle singole classi di inerte; dovrà essere garantito l'uniforme riscaldamento della miscela.

Resta pertanto escluso l'uso di impianto a scarico diretto.

Il tempo di mescolazione effettivo sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto e dell'effettiva temperatura raggiunta dai componenti la miscela, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante; comunque esso non dovrà mai scendere al di sotto dei 25-30 secondi.

La temperatura degli aggregati all'atto della mescolazione dovrà essere compresa tra 160 e 180 °C, quella del legante tra 150 e 180° C, salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori in rapporto al tipo di bitume impiegato.

Per la verifica delle suddette temperature, gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti dovranno essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non dovrà di norma superare lo 0,5%.

Posa in opera della miscela

La miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza prescritti sempre dalla Direzione Lavori. Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura, per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni.

Prima della stesa del conglomerato su strati di fondazione in misto cementato, per garantire l'ancoraggio, si dovrà provvedere alla rimozione della sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione bituminosa stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso.

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori, in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di auto-livellamento. Le vibrofinitrici dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali, e se richiesto dalla direzione lavori per quei tratti stradali ove sia possibile mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di 2 finitrici. Qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spalmato con emulsione bituminosa per assicurare la saldatura della striscia successiva. Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

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

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sarà programmata e realizzata in maniera che non cadano mai in corrispondenza delle 2 fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Procedendo alla stesa in più strati, questi dovranno essere sovrapposti nel più breve tempo possibile. Tra di essi dovrà essere interposta una mano di ancoraggio di emulsione bituminosa, spruzzata in ragione di almeno 500 g/m². Gli strati finiti dovranno avere uno spessore non inferiore a 8 cm, né superiore a 12 cm (in quest'ultimo caso si dovrà accertare l'idoneità dei mezzi di messa in opera e compattazione a raggiungere l'addensamento richiesto).

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

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali potranno pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro; gli strati eventualmente compromessi (con densità inferiori a quelle richieste) dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a cura e spese dell'Impresa.

La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza soluzione di continuità. La compattazione sarà realizzata a mezzo dei rulli gommati o vibranti gommati con l'ausilio di rulli a ruote metalliche, tutti in numero adeguato ed aventi idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate, in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili. Si avrà cura, inoltre, che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso. La superficie degli strati, a seguito di costipamento, dovrà presentarsi priva di irregolarità, ondulazioni e segregazione degli elementi di maggiori dimensioni.

Controllo dei requisiti di accettazione dei materiali

Alla formulazione definita a seguito di studio sperimentale e approvata dalla Direzione Lavori l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente in fase di esecuzione dei lavori, comprovandone l'osservanza con esami giornalieri. Allo scopo, in corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni nonché in fasi successive la Direzione Lavori effettuerà, a sua discrezione, tutte le verifiche, prove e controlli, atti ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni contrattuali, presso Laboratorio qualificato e di propria insindacabile fiducia.

Controllo dei requisiti ed accettazione delle lavorazioni

Al termine della compattazione lo strato di base dovrà avere una densità, uniforme in tutto lo spessore, non inferiore al 95% di quella Marshall o della densità giratoria di progetto DG dello stesso giorno, rilevata all'impianto o alla stesa, inoltre dovrà essere verificato il contenuto di vuoti residui in opera (secondo Norma UNI EN 12697-8:2003), che dovrà risultare compreso fra 4 e 7%. La valutazione del peso di volume sarà eseguita secondo la Norma UNI EN 12697-6:2008, su carote di 10 cm di diametro, prelevate in numero significativo per la caratterizzazione dei materiali messi in opera. Il valore risulterà dalla media di due prove. Come prescritto all'art. 4.1.5, la superficie dello strato in conglomerato bituminoso (o di ogni singolo strato, qualora la base sia ottenuta per sovrapposizione di strati distinti, comunque secondo le modalità di cui al medesimo articolo), a seguito di costipamento, dovrà presentarsi priva di irregolarità, ondulazioni e segregazione degli elementi di diverse dimensioni.

La regolarità superficiale sarà verificata con un'asta rettilinea lunga 4 m che, posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascun strato, dovrà aderirvi uniformemente. Saranno tollerati scostamenti occasionali e contenuti nel limite di 10 mm. Il tutto nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto.

Non saranno consentiti scostamenti per lo spessore dello strato finito: saranno previste tolleranze, in più o in meno, fino al 2,5% dello spessore totale, a condizione che il massimo scostamento si presenti solo saltuariamente.

Art. 2.3.5 Conglomerato bituminoso per strati di collegamento e di usura tradizionali

Descrizione

Il conglomerato utilizzato per la realizzazione degli strati superficiali (binder ed usura) è costituito da una miscela di aggregati, esclusivamente di frantumazione, e additivo (in accordo a quanto previsto nella Norma UNI EN 13043 "Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti e altre aree soggette a traffico"). Tale miscela verrà impastata a caldo con bitume semisolido per uso stradale (con definizione e requisiti di cui alla Norma UNI EN 12591 "Specifiche per i bitumi per usi stradali"), previo preriscaldamento degli aggregati, sarà stesa in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipata con rulli gommati e metallici lisci.

Caratteristiche dei materiali da impiegare

a) Materiali inerti.

Il campionamento degli aggregati destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione dovrà essere eseguito secondo la Norma UNI EN 932-1:1998, la riduzione dei campioni in laboratorio dovrà essere eseguita in accordo alla Norma UNI EN 932-2:2000.

Il rispetto dei requisiti di accettazione da parte degli inerti impiegati nel conglomerato bituminoso per strati di collegamento ed usura dovrà rispondere a quanto previsto dalla marcatura ed etichettatura CE dei prodotti secondo quanto previsto all'appendice ZA della norma UNI EN 13043:2004 e verificato sulla base delle prescrizioni contenute nella suddetta norma.

In ogni caso i materiali dovranno essere conformi ai sistemi di attestazione previsti dalla normativa vigente

L'aggregato grosso (frazione di dimensioni maggiori di 2 mm) dovrà essere costituito da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere o da materiali estranei. Potrà, inoltre, essere costituito da elementi lapidei di provenienza o natura petrografica diversificata, purché le prove di caratterizzazione ed accettazione, eseguite sulle frazioni di aggregato che si intende impiegare, attestino il rispetto dei seguenti requisiti:

- Per strati di collegamento (binder):
- Il 100% del materiale deve provenire da frantumazione;
- La perdita in peso alla prova Los Angeles, secondo la Norma UNI EN 1097-2:2010 "Metodi di prova per la determinazione della resistenza alla frammentazione", deve essere inferiore al 25% (LA25);
- Se richiesto dalla Direzione Lavori, la perdita di resistenza dopo gelo e disgelo, determinata secondo la Norma UNI EN 1367-1:2007, non dovrà essere superiore a 1 (F1);
- Contenuto di rocce tenere, alterate o scistose, e di rocce degradabili, ai sensi della Norma UNI EN 933-2:1997, inferiore all'1%;
- L'indice di forma, secondo la Norma UNI EN 933-4:2008, deve essere inferiore a 20 (categoria SI20);
- L'indice di appiattimento, secondo la UNI EN 933-3:2012, deve essere inferiore al 17 (categoria FI20);

Potrà essere usato conglomerato bituminoso proveniente dalla frantumazione o fresatura a freddo (fresato), previa sua riduzione a pezzature compatibili con la lavorazione in essere.

La percentuale in peso di materiale fresato riferite al totale della miscela di inerti non potrà superare il 15% e sarà dipendente dalle caratteristiche dell'impianto e dalla capacità dell'Impresa di gestire il processo.

La percentuale di conglomerato fresato da impiegare e le caratteristiche dell'impianto di produzione andranno obbligatoriamente dichiarati nello studio preliminare della miscela che l'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori prima dell'inizio dei lavori per definire i parametri di riferimento.

- Per strati di usura:
- Il 100% del materiale deve provenire da frantumazione;
- La perdita in peso alla prova Los Angeles, UNI EN 1097-2:2010 "Metodi di prova per la determinazione della resistenza alla frammentazione", deve essere inferiore al 20% (LA20);
- Se richiesto dalla Direzione Lavori, la perdita di resistenza dopo gelo e disgelo, determinata secondo la Norma uni en 1367-1:2007, non dovrà essere superiore a 1 (F1);
- Contenuto di rocce tenere, alterate o scistose, e di rocce degradabili, ai sensi della Norma UNI EN 933-2:1997, inferiore all'1%;
- L'indice di forma, secondo la Norma UNI EN 933-3:2012, deve essere inferiore a 15 (SI15);
- L'indice di appiattimento, secondo la Norma UNI EN 933-3:2012, deve essere inferiore a 12% (FI15);
- Il coefficiente di levigabilità accelerata (CLA) delle graniglie, secondo la Norma UNI EN 1097-8:2009, deve essere non inferiore a 0,42 (PSV42);

La miscela finale degli aggregati, almeno per il 30% del totale, dovrà contenere nella frazione più grossa, inerti di natura basaltica, porfirica o, in generale, di natura vulcanico effusiva. Non è ammessa l'aggiunta di conglomerato fresato indipendentemente dalla qualità dei materiali rimossi.

L'aggregato fino (frazione di dimensioni minori di 2 mm) deve essere costituito esclusivamente da sabbie di frantumazione. Dovrà inoltre rispondere ai seguenti requisiti:

- La prova Los Angeles, secondo Norma UNI EN 1097-2:2010, eseguita sul granulato da cui provengono le sabbie naturali utilizzate nella miscela, deve dare una perdita in peso non superiore al 25%(LA25).

- L'equivalente in sabbia, determinato secondo la Norma UNI EN 933-8:2012, dovrà essere non inferiore al 60% per lo strato di collegamento ed all'80% per lo strato di usura;

Gli additivi (filler), provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree ovvero costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri di asfalto, dovranno soddisfare ai seguenti requisiti:

- Essere completamente passanti al setaccio 2 mm della serie UNI EN 13043:2004;
- Avere una percentuale di passante, in peso, al setaccio 0,125 mm della serie UNI EN 13043:2004 non inferiore a 90.
- Avere una percentuale di passante, in peso, al setaccio 0,063 mm della serie UNI EN 13043:2004 non inferiore a 85.
- Essere costituiti da materiale non plastico (Limite Plastico e Indice di Plasticità non determinabili).
- Legante.

Esso dovrà avere i requisiti prescritti dalle Norme UNI EN 12591:2009 "Bitume e leganti bituminosi - Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali", per i bitumi semisolidi B 50-70 o 70-100. Per la valutazione delle caratteristiche di accettazione si farà riferimento alle normative UNI EN già previste per la verifica del legante utilizzato nello strato bituminoso di base.

b) Attivanti l'adesione.

Nella confezione dei conglomerati bituminosi per strati di collegamento e di usura potranno essere impiegate speciali sostanze chimiche attivanti l'adesione bitume-aggregato ("dopes" di adesività). Esse dovranno avere i requisiti già previsti in caso di impiego nei conglomerati bituminosi per strato di base (di cui all'art. 4.1.2.c).

c) Miscele.

In accordo a quanto fissato dalla Direttiva 89/106/CEE ed applicabile ai conglomerati bituminosi, si dovrà garantire la produzione di tutte le miscele nel rispetto delle caratteristiche essenziali ed in conformità a quanto espresso nell'appendice ZA delle Norme UNI EN 13108-1:2006. In ogni caso il conglomerato dovrà essere conforme anche ai sistemi di attestazione previsti dalla normativa vigente.

d.1) Strato di collegamento (binder)

La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di collegamento (binder) dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

<i>Setacci ISO 565 (serie base + gruppo 2)</i>	<i>Passante in peso</i>
Setaccio 25	100
Setaccio 20	88 - 100
Setaccio 16	75 - 92
Setaccio 12.5	61 - 83
Setaccio 8	48 - 71
Setaccio 4	32 - 56
Setaccio 2	20 - 45
Setaccio 1	14 - 35
Setaccio 0, 5	9 - 27
Setaccio 0, 25	6 - 19
Setaccio 0, 063	4 - 8

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4,4% ed il 5,1% in peso, sul peso degli aggregati.

Per strati di collegamento destinati all'apertura temporanea al traffico come strati di rotolamento si dovranno prevedere curve prossime al limite superiore del fuso allo scopo di ottenere la maggior chiusura del conglomerato in termini di addensamento.

Per rappezzi e risagome localizzate si utilizzeranno curve granulometriche rientranti nel seguente fuso di riferimento.

<i>Setacci ISO 565 (serie base + gruppo 2)</i>	<i>Passante in peso</i>
Setaccio 20	100
Setaccio 16	80 - 100

Setaccio 12.5	70 - 100
Setaccio 8	54 - 80
Setaccio 4	38 - 62
Setaccio 2	25 - 45
Setaccio 1	16 - 36
Setaccio 0, 5	9 - 27
Setaccio 0, 25	6 - 19
Setaccio 0, 063	4 - 8

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4,5% ed il 5,5% in peso, sul peso degli aggregati, e dovrà comunque identificarsi, con le tolleranze previste, con quello risultante dallo studio di formulazione della miscela.

A seconda del metodo di studio utilizzato il conglomerato dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

METODO MARSHALL (Norma UNI EN 12697-30:2007)	
Condizioni di prova	Valore richiesto
Costipamento	75 colpi per faccia
Parametri	
Stabilità (UNI EN 12697-34)	10 ÷ 16 kN
Rigidezza	3 ÷ 5 kN/mm
Vuoti residui (UNI EN 12697-8)	3 ÷ 6

METODO VOLUMETRICO (Norma UNI EN 12697-31:2007)	
Condizioni di prova	Valore richiesto
Angolo di rotazione	1.25° ± 0.02
Velocità di rotazione	30 rotazioni/min
Pressione verticale	600 Kpa
Diametro del provino	150 mm
Parametri	
Vuoti a 10 rotazioni	12 ÷ 15
Vuoti a 100 rotazioni	3 ÷ 6
Vuoti a 180 rotazioni	> 2

La densità a 100 rotazioni costituisce la densità giratoria di progetto D_G e dovrà essere utilizzata per il calcolo dell'addensamento della pavimentazione in opera.

Sulla miscela definita con la pressa giratoria con provini confezionati alla densità giratoria di progetto D_G dovrà essere determinato il modulo di rigidezza a 20° C (UNI EN 12697-26:2012, All. C) il quale andrà a costituire il riferimento per i controlli nel corso della messa in opera.

d.2) Strato di usura:

La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di usura dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Setacci ISO 565 (serie base + gruppo 2)	Passante in peso
Setaccio 12.5	100
Setaccio 8	74 - 100
Setaccio 4	43 - 68
Setaccio 2	25 - 45
Setaccio 1	19 - 33
Setaccio 0, 5	14 - 25
Setaccio 0, 25	10 - 19
Setaccio 0, 063	5 - 11

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il

5,2% e il 5,8% in peso, sul peso degli aggregati, e dovrà comunque identificarsi con quello risultante dallo studio di formulazione della miscela.

A seconda del metodo di studio utilizzato il conglomerato dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

METODO MARSHALL (Norma UNI EN 12697-30:2007)	
Condizioni di prova	Valore richiesto
Costipamento	75 colpi per faccia
Parametri	
Stabilità (UNI EN 12697-34)	12 ÷ 16 kN
Rigidezza	3 ÷ 5 kN/mm
Vuoti residui (UNI EN 12697-8)	3 ÷ 6
Resistenza a trazione indiretta a 25° C (UNI EN 12697-23)	> 0,6·10 ⁻³ GPa

METODO VOLUMETRICO (Norma UNI EN 12697-31:2007)	
Condizioni di prova	Valore richiesto
Angolo di rotazione	1.25° ± 0.02
Velocità di rotazione	30 rotazioni/min
Pressione verticale	600 KPa
Diametro del provino	150 mm
Parametri	
Vuoti a 10 rotazioni	12 ÷ 15
Vuoti a 130 rotazioni	3 ÷ 6
Vuoti a 220 rotazioni	> 2

La densità a 130 rotazioni costituisce la densità giratoria di progetto D_G e dovrà essere utilizzata per il calcolo dell'addensamento della pavimentazione in opera.

Sulla miscela definita con la pressa giratoria con provini confezionati alla densità giratoria di progetto D_G dovrà essere determinato il modulo di rigidezza a 20° C (UNI EN 12697-26:2012, All. C) il quale andrà a costituire il riferimento per i controlli nel corso della messa in opera.

Studio della miscela in laboratorio

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base.

Formazione e confezione della miscela

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base.

Posa in opera della miscela

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base, salvo le seguenti modifiche:

- le miscele saranno stese dopo un'accurata pulizia della superficie di appoggio mediante motoscopa (ed eventuale lavaggio) e la successiva distribuzione di un velo uniforme di ancoraggio di emulsione bituminosa acida al 55%, scelta in funzione delle condizioni atmosferiche ed in ragione di 500 gr/m². La stesa della miscela non potrà avvenire prima della completa rottura dell'emulsione bituminosa;
- la stesa sarà sempre effettuata in singolo strato; pertanto, l'applicazione di una mano di ancoraggio in emulsione bituminosa dovrà essere prevista sia prima della stesa del binder, come anche prima della stesa dello strato di usura;

La superficie dello strato di usura, a seguito di costipamento, dovrà presentarsi priva di irregolarità, ondulazioni e segregazione degli elementi di dimensioni diversificate.

Controllo dei requisiti di accettazione dei materiali

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base.

Controllo dei requisiti ed accettazione delle lavorazioni

Al termine della compattazione lo strato di collegamento, dovrà avere una densità, uniforme in tutto lo spessore, non inferiore al 97% di quella Marshall o della densità giratoria di progetto D_G dello stesso giorno, rilevata all'impianto o alla stesa, inoltre dovrà essere verificato il contenuto di vuoti residui in opera (secondo Norma UNI EN 12697-8:2003), che dovrà risultare compreso fra 4 e 7%. La valutazione del peso di volume sarà eseguita secondo la Norma UNI EN 12697-6:2008, su carote di 10 cm di diametro, prelevate in numero significativo per la caratterizzazione dei materiali messi in opera. Il valore risulterà dalla media di due prove. Particolare cura dovrà essere nel riempimento delle cavità rimaste negli strati superficiali dopo il prelievo delle carote.

Per lo strato di usura dovranno, inoltre, essere verificate le seguenti prescrizioni:

- 1) Dovrà avere una densità, uniforme in tutto lo spessore, non inferiore al 97% di quella Marshall o della densità giratoria di progetto D_G dello stesso giorno, rilevata all'impianto o alla stesa

- 2) Il contenuto di vuoti residui, in opera (secondo Norma UNI EN 12697-8:2003), deve essere compreso fra 3 e 7%.
- 3) Il conglomerato bituminoso deve avere una tessitura superficiale tale da non risultare scivoloso. Le caratteristiche di antisdruciolevezza valutate mediante Coefficiente di Aderenza Trasversale (CAT) rilevato mediante apparecchio S.C.R.I.M. (Sideway force Coefficient Routine Investigation Machine), secondo Norma CNR B.U. n° 147 del 14 Dicembre 1992, sarà considerato: buono, per valori non inferiori a 0,55; soddisfacente, per valori compresi tra 0,40 e 0,55, in questo caso il conglomerato verrà penalizzato; insufficiente e quindi non accettabile per valori inferiori a 0,40.
- 4) La macrotessitura superficiale dello strato, rilevata mediante strumento laser rispondente alla Norma ISO 13473 ed espresso come valore MPD (Mean Profile Depth), ovvero espressa in termini di altezza di sabbia (HS), ai sensi della Norma UNI EN 13036-1:2010, dovrà essere maggiore di 0,4 mm.
- 5) Il conglomerato bituminoso, in opera, deve avere una superficie regolare. L'International Roughness Index (IRI) misurato su tratti più lunghi della stessa strada dovrà risultare: IRI medio/km 1,2 mm/m (deviazione standard non superiore a 0.4 mm/m).

Le misure di CAT, MPD (HS) e IRI dovranno essere, di norma, effettuate non prima del 60° giorno di apertura della strada al traffico né dopo il 180° giorno. I rilievi potranno essere effettuati (fatta eccezione per l'IRI) su qualsiasi tratto stradale; nei tratti esclusi dalle misure, la Direzione Lavori potrà disporre la realizzazione di quei rilievi che riterrà necessari in relazione allo stato della pavimentazione e alle carenze funzionali individuabili visivamente.

Come richiesto dall'art. 4.2.4, la superficie degli strati di collegamento e di usura in conglomerato bituminoso, a seguito di costipamento, dovrà presentarsi priva di irregolarità, ondulazioni e segregazione degli elementi di diverse dimensioni.

La regolarità superficiale sarà anche verificata con un'asta rettilinea lunga 4 m. che, posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato, dovrà aderirvi uniformemente. Saranno tollerati scostamenti occasionali e contenuti nel limite di 4 mm. Il tutto nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto.

Non saranno consentiti scostamenti per lo spessore dello strato finito: saranno previste tolleranze, in più o in meno, fino al 10% dello spessore totale, a condizione che il massimo scostamento si presenti solo saltuariamente.

Art. 2.3.6 Conglomerato bituminoso confezionato con bitume modificato "hard" per strati di collegamento

Descrizione

Il conglomerato per strati di collegamento (binder) a legante modificato sarà utilizzato in tutte quelle situazioni per le quali è opportuno incrementare le caratteristiche meccaniche e di portanza del pacchetto bituminoso e sarà costituito da una miscela di aggregati frantumati secondo le definizioni della Norma UNI EN 13043:2004. Tale miscela verrà impastata a caldo con bitume *modificato* come descritto nel articolo, previo preriscaldamento degli aggregati, sarà stesa in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipata con rulli gommati e lisci.

Caratteristiche dei materiali da impiegare

a) Materiali inerti.

Valgono le stesse prescrizioni indicate per gli aggregati da utilizzare nello strato di collegamento confezionato con bitume normale semisolido (di cui all'art. 5.4.2 "Caratteristiche dei materiali da impiegare – a) Materiali inerti").

b) Legante modificato "hard".

Il legante da impiegare dovrà provenire dalla modifica di una base bituminosa attraverso l'aggiunta di un agente o compound modificante elastomerico di tipo stirene butadiene stirene (SBS).

Il bitume modificato dovrà essere omogeneo e stabile, anche allo stoccaggio a caldo in serbatoio ed alla temperatura di impiego. La stabilità alla massima temperatura di stoccaggio, mantenibile per periodi limitati e corrispondente a quella di impiego, dovrà essere verificata con la prova denominata "tuben test".

Il legante dovrà possedere le seguenti caratteristiche

DETERMINAZIONE	U.M.	valori	Norma di riferimento
Penetrazione a 25°C	dmm	50-70	UNI EN 1426:2007
Punto di rammollimento P - A	° C	70-85	UNI EN 1427:2007
Punto di rottura Fraass	°C	≤ 16	UNI EN 12593:2007
Viscosità dinamica 160°C	Pa·s	0.4 - 0.8	UNI EN 13302 :2010
Ritorno elastico a 25°C	%	≥ 90	UNI EN 13398:2010
Stabilità allo stoccaggio: penetrazione punto di rammollimento	(dmm) °C	< 5 < 3	UNI EN 13399:2010
Invecchiamento (RTFOT) (variazione di P&A in °C)	°C	≤ 10	UNI EN 12607-1:2007
Invecchiamento (RTFOT) (Penetrazione residua %)	%	≥ 60	

c) Miscela.

In accordo a quanto fissato dalla Direttiva 89/106/CEE ed applicabile ai conglomerati bituminosi, si dovrà garantire la produzione di tutte le miscele nel rispetto delle caratteristiche essenziali ed in conformità a quanto espresso nell'appendice ZA delle Norme UNI EN 13108-1:2006. In ogni caso il conglomerato dovrà essere conforme anche ai sistemi di attestazione previsti dalla normativa vigente.

La composizione granulometrica è la medesima prevista per lo strato di collegamento tradizionale.

Il tenore di bitume dovrà essere compreso fra 4,5 e 5,5 % in peso, sul peso degli aggregati. Tale dosaggio, potrà tuttavia variare in relazione alla curva granulometrica adottata ed alla natura degli aggregati lapidei e dell'additivo minerale. Dovrà comunque essere quello necessario e sufficiente per ottimizzare le caratteristiche del conglomerato, secondo i valori ottimi risultanti dallo studio della miscela in laboratorio.

A seconda del metodo di studio utilizzato il conglomerato dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

METODO MARSHALL (Norma UNI EN 12697-30:2007)	
Condizioni di prova	Valore richiesto
Costipamento	75 colpi per faccia
Parametri	
Stabilità (UNI EN 12697-34)	> 13 kN
Rigidezza	3 ÷ 5 kN/mm
Vuoti residui (UNI EN 12697-8)	3 ÷ 6
Resistenza a trazione indiretta a 25° C (UNI EN 12697-23)	> 0,7 · 10 ⁻³ GPa

METODO VOLUMETRICO (Norma UNI EN 12697-31:2007)	
Condizioni di prova	Valore richiesto
Angolo di rotazione	1.25° ± 0.02
Velocità di rotazione	30 rotazioni/min
Pressione verticale	600 KPa
Diametro del provino	150 mm

Parametri	
Vuoti a 10 rotazioni	12 ÷ 15
Vuoti a 120 rotazioni	3 ÷ 6
Vuoti a 200 rotazioni	> 2

La densità a 120 rotazioni costituisce la densità giratoria di progetto D_g e dovrà essere utilizzata per il calcolo dell'addensamento della pavimentazione in opera.

Sulla miscela definita con la pressa giratoria con provini confezionati alla densità giratoria di progetto D_g dovrà essere determinato il modulo di rigidezza a 20° C (UNI EN 12697-26:2012, All. C) il quale andrà a costituire il riferimento per i controlli nel corso della messa in opera.

Studio della miscela in laboratorio

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati bituminosi tradizionali per strati di collegamento.

Formazione e confezione della miscela

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati bituminosi tradizionali per strati di collegamento.

Posa in opera della miscela

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato confezionato con bitumi tradizionali, con le seguenti modifiche:

- lo strato di collegamento, a seguito di fresatura, dovrà essere steso sullo strato sottostante, previa energica pulizia del medesimo mediante autospazzatrice; dovrà inoltre essere applicata una mano di attacco in emulsione bituminosa modificata, in ragione di 0.800 kg/m²;

Controllo dei requisiti di accettazione dei materiali

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati bituminosi tradizionali per strati di collegamento.

Controllo dei requisiti ed accettazione delle lavorazioni

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati bituminosi tradizionali per strati di collegamento.

Art. 2.3.7 Conglomerato bituminoso confezionato con bitume modificato "hard" per strati di usura

Descrizione

Il conglomerato per strati di usura a legante modificato, sarà costituito da una miscela di aggregati frantumati secondo le definizioni della Norma UNI EN 13043:2004. Tale miscela verrà impastata a caldo con bitume modificato come descritto nel successivo articolo, previo preriscaldamento degli aggregati, sarà stesa in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipata con rulli gommati e lisci.

Caratteristiche dei materiali da impiegare

d) Materiali inerti.

Valgono le stesse prescrizioni indicate per gli aggregati da utilizzare nello strato di usura confezionato con bitume normale semisolido.

e) Legante modificato "hard".

Il legante dovrà possedere le seguenti caratteristiche

CARATTERISTICHE BITUMI MODIFICATI

Caratteristiche di prova	U.M.	valore	Norma di riferimento
Penetrazione a 25 °C	dmm	50-70	UNI EN 1426:2007
Punto di rammollimento P - A	° C	80-95	UNI EN 1427:2007
Punto di rottura Fraass	°C	≤ 16	UNI EN 12593:2007
Viscosità dinamica 160 °C	Pa·s	0.4 – 0.8	UNI EN 13302 :2010
Ritorno elastico a 25 °C	%	≥ 90	UNI EN 13398:2010
Stabilità allo stoccaggio: penetrazione punto di rammollimento	(dmm) °C	< 5 < 3	UNI EN 13399:2010
Invecchiamento (RTFOT) (variazione di P-A in °C)	°C	≤10	UNI EN 12607-1 :2007
Invecchiamento (RTFOT) (Penetrazione residua %)	%	≥60	

f) Miscela.

In accordo a quanto fissato dalla Direttiva 89/106/CEE ed applicabile ai conglomerati bituminosi, si dovrà garantire la produzione di tutte le miscele nel rispetto delle caratteristiche essenziali ed in conformità a quanto espresso nell'appendice ZA delle Norme UNI EN 13108-1:2006. In ogni caso il conglomerato dovrà essere conforme anche ai sistemi di attestazione previsti dalla normativa vigente.

La composizione granulometrica dell'aggregato lapideo è la medesima prevista per lo strato di usura tradizionale.

Il tenore di bitume dovrà essere compreso fra 5,2 e 5,8 % in peso, sul peso degli aggregati. Tale dosaggio, potrà tuttavia variare in relazione alla curva granulometrica adottata ed alla natura degli aggregati lapidei e dell'additivo minerale. Dovrà comunque essere quello necessario e sufficiente per ottimizzare le caratteristiche del conglomerato, secondo i valori ottimi risultanti dallo studio della miscela in laboratorio.

A seconda del metodo di studio utilizzato il conglomerato dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

METODO MARSHALL (Norma UNI EN 12697-30:2007)	
Condizioni di prova	Valore richiesto
Costipamento	75 colpi per faccia
Parametri	
Stabilità (UNI EN 12697-34)	> 14 kN
Rigidezza	3 ÷ 5 kN/mm
Vuoti residui (UNI EN 12697-8)	3 ÷ 6
Resistenza a trazione indiretta a 25° C (UNI EN 12697-23)	> 0,7 · 10 ⁻³ GPa
Deformazione alla prova di impronta (UNI EN 12697-20)	< 2 mm (dopo 1 h)

METODO VOLUMETRICO (Norma UNI EN 12697-31:2007)	
Condizioni di prova	Valore richiesto
Angolo di rotazione	1.25° ± 0.02
Velocità di rotazione	30 rotazioni/min
Pressione verticale	600 Kpa
Diametro del provino	150 mm

Parametri	
Vuoti a 10 rotazioni	12 ÷ 15
Vuoti a 150 rotazioni	3 ÷ 6
Vuoti a 240 rotazioni	> 2

La densità a 150 rotazioni costituisce la densità giratoria di progetto D_G e dovrà essere utilizzata per il calcolo dell'addensamento della pavimentazione in opera.

Sulla miscela definita con la pressa giratoria con provini confezionati alla densità giratoria di progetto D_G dovrà essere determinato il modulo di rigidità a 20° C (UNI EN 12697-26:2012, All. C) il quale andrà a costituire il riferimento per i controlli nel corso della messa in opera.

Studio della miscela in laboratorio

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati bituminosi tradizionali per strati di usura, ma per quantità superiori a m². 8.000 (ottomila) o ton 600 (seicento)

Formazione e confezione della miscela

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati bituminosi tradizionali per strati di usura, con la seguente modifica:

- L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non dovrà, di norma, superare lo 0,2 %.

Posa in opera della miscela

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati bituminosi tradizionali per strati di usura, con le seguenti modifiche:

- lo strato di usura, qualora realizzato a seguito di fresatura della pavimentazione esistente, dovrà essere steso sullo strato preesistente sottostante, previa energica pulizia del medesimo mediante autospazzatrice; su tale strato dovrà inoltre essere applicata una mano di attacco in emulsione bituminosa modificata, in ragione di 0.800 kg/m²;

Controllo dei requisiti di accettazione dei materiali

Valgono le stesse prescrizioni indicate per il conglomerato bituminoso per strati di usura confezionati con bitume normale.

Controllo dei requisiti ed accettazione delle lavorazioni

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati bituminosi tradizionali per strati di usura, con le seguenti modifiche:

- La macrotestitura superficiale dello strato, espressa in termini di *altezza di sabbia* (HS), ai sensi della Norma UNI EN 13036-1:2010, ovvero rilevata mediante strumento laser rispondente alla Norma ISO 13473 ed espresso come valore MPD (Mean Profile Depth), dovrà essere maggiore di 0,6 mm.

Art. 2.3.8 Conglomerato bituminoso additivato con granulato di gomma

Descrizione

Il conglomerato per strati di usura additivato con granulati di gomma proveniente da macinazione di carcasse di pneumatico sarà utilizzato nei casi in cui sia necessario abbinare le caratteristiche di resistenza a fatica ed alle deformazioni permanenti con una riduzione del rumore di rotolamento generato dal traffico.

Caratteristiche dei materiali da impiegare

a) Materiali inerti.

Valgono le stesse prescrizioni indicate per gli aggregati da utilizzare nello strato di usura confezionato con bitume normale semisolido.

b) Additivi derivati da pneumatici

Gli additivi, derivati dal riciclaggio delle carcasse dei pneumatici dimessi, saranno prodotti per triturazione. La triturazione può avvenire in due modi: per via meccanica o per via criogenica.

Il granulato ottenuto denominato gomma granulata CRM (Crumb Rubber Modifier) o polverino di gomma PRM (Powdered Rubber Modifier) a seconda della pezzatura.

Una preliminare caratterizzazione della "qualità della gomma", pertanto, può essere associata al suo assortimento granulometrico, alla struttura e alla dimensione delle particelle nonché alla loro natura, al livello di contaminazione da fibre tessili e metalliche.

Conseguentemente il granulato dovrà rientrare nel seguente fuso:

Setacci ISO 565	Passante in peso
------------------------	-------------------------

(serie base + gruppo 2)	BASE
Setaccio 1	100
Setaccio 0, 5	62 – 84
Setaccio 0, 25	5 – 25
Setaccio 0, 063	0 - 5

Dovrà provenire da triturazione di gomma di pneumatico al 100% ed essere caratterizzato da assenza totale di contaminanti quali fibre tessili e metalliche.

c) Processi di produzione delle miscele

Le miscele bituminose con granulato di gomma potranno essere confezionato secondo due metodologie:

- **Processo Wet** che consiste nell'aggiungere la gomma, generalmente sotto forma di polverino, al bitume ottenendo così un legante modificato;
- **Processo Dry** che prevede l'uso sia del polverino che della gomma granulata in guisa di aggregato che integra l'inerte tradizionale, dando luogo a un conglomerato bituminoso additivato a caldo.

La quantità del granulato rappresenta una variabile determinante per le proprietà reologiche e meccaniche del prodotto finale in entrambi i processi e quindi andrà determinata in funzione dell'ottimizzazione del conglomerato nel corso dello studio preventivo del conglomerato bituminoso.

Legante Il tenore di bitume dovrà essere compreso fra 5,5 e 6,5 % in peso, sul peso degli aggregati. Tale dosaggio, potrà tuttavia variare in relazione alla curva granulometrica adottata ed alla natura degli aggregati lapidei e dell'additivo. Dovrà comunque essere quello necessario e sufficiente per ottimizzare le caratteristiche del conglomerato, secondo i valori ottimi risultanti dallo studio della miscela in laboratorio.

Nel caso di produzione attraverso il processo Wet il legante dovrà presentare le seguenti caratteristiche, testate dopo stoccaggio per stabilizzarne le caratteristiche di almeno 45 minuti dalla produzione:

PROVA	U.M.	VALORE	NORMA
Penetrazione a 25 °C	dmm	15 ÷ 25	UNI EN 1426:2007
Punto di rammollimento P.A.	°C	≥ 54	UNI EN 1427:2007
Viscosità dinamica a 175 °C	Pa·s	1.5 ÷ 5.0	UNI EN 13 302:2010
Valori dopo RTFOT (UNI EN 12607-1)			
penetrazione a 25° C	dmm	≥ 60	UNI EN 1426:2007
punto di rammollimento	ΔT (°C)	≤ 12	UNI EN 1427:2007

d) Miscela.

In accordo a quanto fissato dalla Direttiva 89/106/CEE ed applicabile ai conglomerati bituminosi, si dovrà garantire la produzione di tutte le miscele nel rispetto delle caratteristiche essenziali ed in conformità a quanto espresso nell'appendice ZA delle Norme UNI EN 13108-1:2006. In ogni caso il conglomerato dovrà essere conforme anche ai sistemi di attestazione previsti dalla normativa vigente.

La miscela degli aggregati da adottarsi dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso previsto per gli strati di usura confezionato con bitume normale semisolido e definito al punto 4.2.2.d.2:

La percentuale di legante, funzione della metodologia utilizzata, andrà definita dallo studio di formulazione della miscela.

A seconda del metodo di studio utilizzato il conglomerato dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

METODO MARSHALL (Norma UNI EN 12697-30:2007)	
Condizioni di prova	Valore richiesto
Costipamento	75 colpi per faccia
Parametri	
Stabilità (UNI EN 12697-34)	≥ 11 kN
Rigidezza	1,5 ÷ 3,5 kN/mm
Vuoti residui (UNI EN 12697-8)	3 ÷ 5
Resistenza a trazione indiretta a 25° C (UNI EN 12697-23)	> 0,7 · 10 ⁻³ GPa

METODO VOLUMETRICO (Norma UNI EN 12697-31:2007)	
Condizioni di prova	Valore richiesto
Angolo di rotazione	1.25° ± 0.02
Velocità di rotazione	30 rotazioni/min
Pressione verticale	600 KPa
Diametro del provino	150 mm

Parametri	
Vuoti a 10 rotazioni	12 ÷ 15
Vuoti a 130 rotazioni	3 ÷ 6
Vuoti a 220 rotazioni	> 2

La densità a 130 rotazioni costituisce la densità giratoria di progetto D_G e dovrà essere utilizzata per il calcolo dell'addensamento della pavimentazione in opera.

Sulla miscela definita con la pressa giratoria con provini confezionati alla densità giratoria di progetto D_G dovrà essere determinato il modulo di rigidità a 20° C (UNI EN 12697-26:2012, All. C) il quale andrà a costituire il riferimento per i controlli nel corso della messa in opera.

Studio della miscela in laboratorio

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di usura confezionati con bitume normale.

Formazione e confezione della miscela

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di usura confezionati con bitume normale.

Posa in opera della miscela

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di usura confezionati con bitume normale.

Controllo dei requisiti di accettazione dei materiali

Valgono le stesse prescrizioni indicate per il conglomerato bituminoso per strati di usura confezionati con bitume normale.

Controllo dei requisiti di accettazione delle lavorazioni

Valgono le stesse prescrizioni indicate per il conglomerato bituminoso per strati di usura confezionati con bitume normale.

Inoltre, a discrezione della D.LL., potranno essere effettuate indagini fonometriche atte a determinare la riduzione del rumore di rotolamento alle frequenze comprese tra 1000 e 5000 Hz, la quale dovrà risultare superiore a 2,5 dB(A).

Art. 2.3.9 Conglomerati bituminosi ad alto modulo complesso

Descrizione

I conglomerati bituminosi ad alto modulo complesso sono costituiti da miscele di inerti calcarei provenienti esclusivamente da frantumazione di ghiaie, di sabbie di frantumazione e di additivo minerale, impastati a caldo con bitume modificato. La caratteristica principale di questi tipi di conglomerato è l'aumento della capacità portante della struttura stradale tramite la ripartizione e il decremento degli sforzi e delle deformazioni sugli strati inferiori

Caratteristiche dei materiali da impiegare

a) Materiali inerti

Il campionamento degli aggregati destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione dovrà essere eseguito secondo la Norma UNI EN 932-1:1998, la riduzione dei campioni in laboratorio dovrà essere eseguita in accordo alla Norma UNI EN 932-2:2000.

Il rispetto dei requisiti di accettazione da parte degli inerti impiegati nel conglomerato bituminoso per strati di collegamento ed usura dovrà rispondere a quanto previsto dalla marcatura ed etichettatura CE dei prodotti secondo quanto previsto all'appendice ZA della norma UNI EN 13043:2004 e verificato sulla base delle prescrizioni contenute nella suddetta norma.

In ogni caso i materiali dovranno essere conformi ai sistemi di attestazione previsti dalla normativa vigente

L'aggregato grosso (frazione di dimensioni maggiori di 2 mm) dovrà essere costituito almeno per il 70% da materiale frantumato e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

Strati di base e binder

- 1) Perdita in peso alla prova Los Angeles, secondo la Norma UNI EN 1097-2:2010, non superiore al 22% (LA_{25});
- 2) Se richiesto dalla Direzione Lavori, sensibilità al gelo, determinata secondo la Norma UNI EN 1367-1:2007, non superiore al 20%;
- 3) Contenuto di rocce tenere, alterate o scistose, e di rocce degradabili, ai sensi della Norma UNI EN 933-2:1997, inferiore all'1%;

Strato di usura SMA

- 1) Il 100% del materiale deve provenire da frantumazione;
- 2) La perdita in peso alla prova Los Angeles, secondo la Norma UNI EN 1097-2:2010, deve essere inferiore al 18% (LA_{20});
- 3) Il coefficiente di levigabilità accelerata (CLA) delle graniglie, secondo la Norma UNI EN 1097-8:2009, deve essere non inferiore a 0,45 (PSV_{50});

- 4) Se richiesto dalla Direzione Lavori, la perdita di resistenza dopo gelo e disgelo, determinata secondo la Norma UNI EN 1367-1:2007, non dovrà essere superiore a 1 (F₁);
- 5) Il contenuto di rocce tenere, alterate o scistose, e di rocce degradabili, ai sensi della Norma UNI EN 933-2:1997, deve essere nullo;
- 6) L'indice di forma, secondo la Norma UNI EN 933-3:2012, deve essere inferiore a 15 (SI₁₅);
- 7) L'indice di appiattimento, secondo la Norma UNI EN 933-3:2012, deve essere inferiore a 12% (FI₁₅);

In ogni caso, l'aggregato grosso dovrà essere costituito da elementi sani, duri, durevoli, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei o inquinanti. I grani di aggregato non dovranno mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare.

L'**aggregato fino** (frazione di dimensioni minori di 2 mm) dovrà essere costituito esclusivamente da sabbie di frantumazione; in ogni caso la qualità delle rocce e degli elementi litoidi di fiume da cui è ricavata per frantumazione la sabbia, dovrà avere alla prova "Los Angeles" (Norma UNI EN 1097-2:2010) eseguita su granulato della stessa provenienza, la perdita in peso non superiore al 25%.

- 1) L'**equivalente in sabbia** determinato secondo la prova Norma UNI EN 933-8:2012 dovrà essere superiore od uguale ad 80 per tutti gli strati.

L'**additivo minerale** (filler) dovrà essere costituito da materiale polverulento, proveniente dalla macinazione di rocce calcaree o dolomitiche a struttura amorfa (non cristallina), oppure da un materiale sintetico di natura prevalentemente calcarea (cemento Portland normale o cemento crudo).

All'analisi granulometrica (UNI EN 933-10:2009) l'additivo minerale dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

Totale passante al setaccio 2 mm	: 100% in peso
Totale passante al setaccio 0.125 mm	: > 85% in peso
Totale passante al setaccio 0.063 mm	: > 75% in peso

Nella miscela di inerti che costituisce il conglomerato bituminoso dovrà essere utilizzato esclusivamente materiale derivante da frantumazione. In nessun caso sarà tollerato l'utilizzo di materiale proveniente dalla fresatura e/o demolizione di conglomerati bituminosi.

b) Legante

Dovrà essere impiegato bitume con modifica complessa secondo le prescrizioni descritte dalla tabella:

PROVA	U.M.	VALORE	NORMA
Penetrazione a 25 °C	dmm	20 ÷ 40	UNI EN 1426:2007
Punto di rammollimento P.A.	°C	60 ÷ 80	UNI EN 1427:2007
Punto di rottura Fraass	°C	≤ -16	UNI EN 12593:2007
Viscosità dinamica a 100 °C (SPDL 07)	Pa·s	60 ÷ 110	UNI EN 13302:2010
Viscosità dinamica a 160 °C (SPDL 21)	Pa·s	0.5 ÷ 1.0	
Ritorno elastico a 25 °C	%	> 90	UNI EN 13398:2010
Scostamenti dopo prova "tuben test" (UNI EN 13399)			
penetrazione a 25° C	Δ (dmm)	< 5.0	UNI EN 1426:2007
punto di rammollimento	Δ _T (°C)	< 3.0	UNI EN 1427:2007

c) Miscela

In accordo a quanto fissato dalla Direttiva 89/106/CEE ed applicabile ai conglomerati bituminosi, si dovrà garantire la produzione di tutte le miscele nel rispetto delle caratteristiche essenziali ed in conformità a quanto espresso nell'appendice ZA delle Norme UNI EN 13108-1:2006 e UNI EN 13108-5:2006 a seconda dello strato al quale sono destinate. In ogni caso il conglomerato dovrà essere conforme anche ai sistemi di attestazione previsti dalla normativa vigente.

La miscela di aggregati lapidei dovrà presentare una composizione granulometrica compresa all'interno dei seguenti fusi di riferimento rappresentati in tabella:

Setacci ISO 565 (serie base + gruppo 2)	Passante in peso		
	BASE	BINDER	USURA SMA
Setaccio 32	100	-	
Setaccio 20	90 - 100	100	
Setaccio 16	80 - 100	83 - 100	
Setaccio 12.5	62 - 90	72 - 92	100
Setaccio 8	45 - 68	56 - 77	60 - 88
Setaccio 4	32 - 50	37 - 57	30 - 52

Setaccio 2	20 – 36	27 – 40	22 – 34
Setaccio 1	16 – 29	20 – 33	16 – 26
Setaccio 0, 5	13 – 22	14 – 26	11 – 21
Setaccio 0, 25	10 – 17	10 – 19	10 – 18
Setaccio 0, 063	6 - 12	6 - 12	8 - 14

Dalla composizione della miscela resta esclusa qualsiasi possibilità di uso di materiale proveniente da recupero di pavimentazioni esistenti.

Il tenore di bitume, sul peso totale degli inerti, dovrà essere compreso fra 4.8 % e 6.0 % per lo strato di base; tra 5.2% e 6.5% per lo strato di collegamento e tra il 5.5% e 7.0% per lo strato di usura. La percentuale ottimale dovrà essere determinata attraverso studio della miscela con il metodo Marshall oppure in alternativa con il metodo volumetrico. A seconda del metodo di studio utilizzato il conglomerato dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

METODO MARSHALL (Norma UNI EN 12697-30:2007)	
Condizioni di prova	Valore richiesto
Costipamento	75 colpi per faccia
Parametri	
Stabilità (UNI EN 12697-34)	≥ 18 kN
Rigidezza	≥ 3 kN/mm
Vuoti residui (UNI EN 12697-8)	1 ÷ 4
modulo di rigidezza a 20° C (IT CY)	> 7000 Mpa

METODO VOLUMETRICO (Norma UNI EN 12697-31:2007)	
Condizioni di prova	Valore richiesto
Angolo di rotazione	1.25° ± 0.02
Velocità di rotazione	30 rotazioni/min
Pressione verticale	600 KPa
Diametro del provino	150 mm
Parametri	
Vuoti a 10 rotazioni	10 ÷ 12
Vuoti a 100 rotazioni	1 ÷ 4
Vuoti a 180 rotazioni	> 1
Modulo di rigidezza a 20° C (IT CY)	> 7000 Mpa

La densità a 100 rotazioni costituisce la densità giratoria di progetto D_g e dovrà essere utilizzata per il calcolo dell'addensamento della pavimentazione in opera.

Studio della miscela in laboratorio

Al fine di determinare la migliore formulazione dell'impasto per la realizzazione degli strati ad alto modulo, l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni, uno studio di fattibilità e di ottimizzazione, mediante il quale definire i componenti della miscela, le relative caratteristiche fisico-meccaniche e i dosaggi necessari per la produzione di un conglomerato bituminoso in grado di meglio soddisfare ai requisiti di accettazione previsti dal presente Capitolato.

Gli esiti e le conclusioni dell'indagine preliminare (mix-design) dovranno essere opportunamente documentati con tutti i certificati relativi alle prove di laboratorio effettuate, sia sui materiali componenti che sul conglomerato da utilizzare in fase di stesa.

Lo studio di fattibilità e ottimizzazione sui singoli componenti del conglomerato bituminoso, nonché sul prodotto finale, dovrà concernere la scelta del legante e degli aggregati lapidei nelle varie pezzature. Dovranno essere indicati: tipo, qualità e dosaggio del bitume; natura e provenienza dell'inerte mediante la certificazione della marcatura CE; per ciascuna frazione e per la miscela di aggregati che si intende impiegare, la curva granulometrica (UNI EN 933-1:2012), la massa volumica apparente dei granuli (UNI EN 1097-6:2008) e tutte le caratteristiche fisiche e meccaniche indicate dal Capitolato fra i requisiti di accettazione (art. 4.1.2.a/b/c).

Il dosaggio di legante con cui confezionare il conglomerato sarà preliminarmente determinato in laboratorio, per via sperimentale, mediante metodo Marshall o in alternativa metodo volumetrico, da realizzare secondo le modalità descritte al precedente art. 4.5.2.c.

La Direzione Lavori si riserva, in ogni caso, di approvare i risultati prodotti dall'Impresa o di fare studiare diverse formulazioni dell'impasto. L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Appaltatore relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

Una volta accettato dalla Direzione Lavori lo studio della miscela proposta, l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente, saranno tollerati scostamenti, rispetto allo studio di formulazione, pari a:

- ± 5% sull'aggregato grosso;
- ± 2% sull'aggregato fine;

- $\pm 1.5\%$ sulla quantità di filler;
- $\pm 0.25\%$ sulla quantità di bitume.

Formazione e confezione della miscela

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi automatizzati di tipo discontinuo, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti ed efficienti in ogni loro parte. Gli impianti dovranno comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di progetto.

Il dosaggio dei componenti della miscela dovrà essere eseguito a peso, mediante idonea apparecchiatura la cui efficienza dovrà essere costantemente controllata.

Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione, nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

La zona destinata all'ammannimento degli inerti sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre, i cumuli delle diverse classi di inerte dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori dovrà eseguirsi con la massima cura. Si farà uso di almeno 4 classi di aggregati con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate.

La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità per garantire il perfetto essiccamento dell'aggregato; una perfetta vagliatura dovrà assicurare una idonea riclassificazione delle singole classi di inerte; dovrà essere garantito l'uniforme riscaldamento della miscela.

Resta pertanto escluso l'uso di impianto a scarico diretto.

Il tempo di mescolazione effettivo sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto e dell'effettiva temperatura raggiunta dai componenti la miscela, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante; comunque esso non dovrà mai scendere al di sotto dei 25-30 secondi.

La temperatura degli aggregati all'atto della mescolazione dovrà essere compresa tra 160 e 180 °C, quella del legante tra 150 e 180° C, salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori in rapporto al tipo di bitume impiegato.

Per la verifica delle suddette temperature, gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti dovranno essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non dovrà di norma superare lo 0,5%.

Posa in opera della miscela

Il piano di posa dovrà risultare perfettamente pulito e privo di ogni residuo di qualsiasi natura.

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine dei tipi approvati dalla D.L. in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento. La D.L. si riserva la facoltà di poter utilizzare ogni altra tecnologia ritenuta più opportuna.

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

Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di due finitrici.

Qualora ciò non sia possibile il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spalmato con emulsione bituminosa acida al 55% in peso per assicurare la saldatura della striscia successiva. Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento, mentre sui giunti di inizio lavorazione si dovrà provvedere all'asporto dello strato sottostante mediante fresatura.

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

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci, sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni e comunque la percorrenza stradale dall'impianto di confezionamento al cantiere di stesa non dovrà essere superiore a 80 chilometri. La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto del confezionamento non dovrà superare i 180° C e quella della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 160°C.

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro. Gli strati eventualmente compromessi dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa. La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni. L'addensamento di norma dovrà essere realizzato con rulli vibranti con ruote metalliche con peso di almeno 10 t.

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

Per lo strato di base la miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione dopo che sia stata accertata dalla D.LL. la rispondenza di questa ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza.

Prima della stesa del conglomerato bituminoso su strati di fondazione in misto cementato per garantirne l'ancoraggio dovrà essere rimossa la sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione bituminosa acida al 55% stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso.

Procedendo la stesa in doppio strato i due strati dovranno essere sovrapposti nel più breve tempo possibile; tra di essi dovrà essere eventualmente interposta una mano d'attacco di emulsione bituminosa in ragione di 0,5 Kg/m².

Controllo dei requisiti di accettazione dei materiali

Alla formulazione definita a seguito di studio sperimentale e approvata dalla Direzione Lavori l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente in fase di esecuzione dei lavori, comprovandone l'osservanza con esami giornalieri. Allo scopo, in corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni nonché in fasi successive la Direzione Lavori effettuerà, a sua discrezione, tutte le verifiche, prove e controlli, atti ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni contrattuali, presso Laboratorio qualificato e di propria insindacabile fiducia.

Controllo dei requisiti ed accettazione delle lavorazioni

Al termine della compattazione lo strato di base dovrà avere una densità, uniforme in tutto lo spessore, non inferiore al 95% di quella Marshall o della densità giratoria di progetto D_G dello stesso giorno, rilevata all'impianto o alla stesa, inoltre dovrà essere verificato il contenuto di vuoti residui in opera (secondo Norma UNI EN 12697-8:2003), che dovrà risultare compreso fra 2 e 5%. La valutazione del peso di volume sarà eseguita secondo la Norma UNI EN 12697-6:2008, su carote di 10 cm di diametro, prelevate in numero significativo per la caratterizzazione dei materiali messi in opera. Il valore risulterà dalla media di due prove.

Come prescritto all'art. 4.1.5, la superficie dello strato in conglomerato bituminoso (o di ogni singolo strato, qualora la base sia ottenuta per sovrapposizione di strati distinti, comunque secondo le modalità di cui al medesimo articolo), a seguito di costipamento, dovrà presentarsi priva di irregolarità, ondulazioni e segregazione degli elementi di diverse dimensioni.

La regolarità superficiale sarà verificata con un'asta rettilinea lunga 4 m che, posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascun strato, dovrà aderirvi uniformemente. Saranno tollerati scostamenti occasionali e contenuti nel limite di 10 mm. Il tutto nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto.

Non saranno consentiti scostamenti per lo spessore dello strato finito: saranno previste tolleranze, in più o in meno, fino al 2,5% dello spessore totale, a condizione che il massimo scostamento si presenti solo saltuariamente.

Al termine della compattazione per lo strato di usura SMA, dovranno essere verificate le seguenti prescrizioni

- 1) Dovrà avere una densità, uniforme in tutto lo spessore, non inferiore al 97% di quella Marshall o della densità giratoria di progetto D_G dello stesso giorno, rilevata all'impianto o alla stesa
- 2) Il contenuto di vuoti residui, in opera (secondo Norma UNI EN 12697-8:2008), deve essere compreso fra 2 e 5%.
- 3) Il conglomerato bituminoso deve avere una tessitura superficiale tale da non risultare scivoloso. Le caratteristiche di antisdrucchiolenza valutate mediante Coefficiente di Aderenza Trasversale (CAT) rilevato mediante apparecchio S.C.R.I.M. (Sideway force Coefficient Routine Investigation Machine), secondo Norma CNR B.U. n° 147 del 14 Dicembre 1992, sarà considerato: buono, per valori non inferiori a 0,60; soddisfacente, per valori compresi tra 0,40 e 0,60, in questo caso il conglomerato verrà penalizzato; insufficiente e quindi non accettabile per valori inferiori a 0,40.
- 4) La macrotessitura superficiale dello strato, rilevata mediante strumento laser rispondente alla Norma ISO 13473 ed espresso come valore MPD (Mean Profile Depth), ovvero espressa in termini di altezza di sabbia (HS), ai sensi della Norma UNI EN 13036-1:2010, dovrà essere maggiore di 0,8 mm.
- 5) Il conglomerato bituminoso, in opera, deve avere una superficie regolare. L'International Roughness Index (IRI) misurato su tratti più lunghi della stessa strada dovrà risultare: IRI medio/km 1,2 mm/m (deviazione standard non superiore a 0,4 mm/m).

Le misure di CAT, MPD (HS) e IRI dovranno essere, di norma, effettuate non prima del 60° giorno di apertura della strada al traffico né dopo il 180° giorno. I rilievi potranno essere effettuati (fatta eccezione per l'IRI) su qualsiasi tratto stradale; nei tratti esclusi dalle misure, la Direzione Lavori potrà disporre la realizzazione di quei rilievi che riterrà necessari in relazione allo stato della pavimentazione e alle carenze funzionali individuabili visivamente.

La valutazione del peso di volume sarà eseguita secondo la Norma UNI EN 12697-6:2008, su carote di 10 cm di diametro, prelevate in numero significativo per la caratterizzazione dei materiali messi in opera. Il valore risulterà dalla media di due prove. Particolare cura dovrà essere nel riempimento delle cavità rimaste negli strati superficiali dopo il prelievo delle carote.

Art. 2.3.10 Conglomerati bituminosi chiusi macrorugosi tipo "splittmastix-asphalt" (sma)

Descrizione

Il conglomerato bituminoso tipo SPLITTMASTIX ha la funzione di migliorare in maniera particolarmente sensibile tutte le caratteristiche di resistenza meccanica dello strato di usura accoppiandone i vantaggi funzionali che si ottengono da un corretto uso della macrorugosità inducendo effetti benefici sulla sicurezza del traffico veicolare grazie all'aumento della rugosità superficiale delle pavimentazioni rispetto agli strati di usura tradizionali.

Caratteristiche dei materiali da impiegare

a) Materiali inerti

L'aggregato grosso (frazione di dimensioni maggiori di 2 mm) dovrà essere costituito da elementi granulari sani, duri di forma poliedrica, a spigoli vivi, provenienti esclusivamente da processo di frantumazione di rocce magmatico-effusive di tipo basaltico e porfirico così come previsto dalla norma UNI EN 13043 del gennaio 2004 per gli inerti da utilizzare negli strati superficiali di usura delle pavimentazioni stradali.

Il campionamento degli aggregati destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione dovrà essere eseguito secondo la Norma UNI EN 932-1 del gennaio 1998.

Il rispetto dei requisiti di accettazione da parte degli inerti impiegati nel conglomerato bituminoso dovrà rispondere a quanto previsto dalla marcatura ed etichettatura CE dei prodotti secondo quanto previsto all'appendice ZA della norma UNI EN 13043:2004 e verificato sulla base delle prescrizioni contenute nella suddetta norma.

In ogni caso i materiali dovranno essere conformi ai sistemi di attestazione previsti dalla normativa vigente

Per ogni singola pezzatura costituente l'aggregato grosso dovranno essere soddisfatti i seguenti requisiti:

1. Il 100% del materiale deve provenire da frantumazione;
2. La perdita in peso alla prova Los Angeles, secondo la Norma UNI EN 1097-2:2010, deve essere inferiore al 20% (LA₂₀);
3. Il coefficiente di levigabilità accelerata (CLA) delle graniglie, secondo la Norma UNI EN 1097-8:2009, deve essere non inferiore a 0,45 (PSV₄₄);
4. Se richiesto dalla Direzione Lavori, la perdita di resistenza dopo gelo e disgelo, determinata secondo la Norma UNI EN 1367-1:2007, non dovrà essere superiore a 1 (F₁);
5. Il contenuto di rocce tenere, alterate o scistose, e di rocce degradabili, ai sensi della Norma UNI EN 933-2:1997, deve essere nullo;
6. L'indice di forma, secondo la Norma UNI EN 933-3:2012, deve essere inferiore a 15 (SI₁₅);
7. L'indice di appiattimento, secondo la Norma UNI EN 933-3:2012, deve essere inferiore a 12% (FI₁₅);

L'aggregato fino (frazione di dimensioni minori di 2 mm) deve essere costituito esclusivamente da sabbie di frantumazione, risultanti dalla produzione dell'aggregato grosso avente le caratteristiche sopra riportate. Dovrà inoltre rispondere al seguente requisito:

- 1) L'*equivalente in sabbia*, determinato secondo la Norma UNI EN 933-8:2012, dovrà essere non inferiore al 80%.

L'additivo minerale (filler) dovrà essere costituito da materiale polverulento, proveniente dalla macinazione di rocce calcaree o dolomitiche a struttura amorfa (non cristallina), oppure da un materiale sintetico di natura prevalentemente calcarea (cemento Portland normale o cemento crudo).

Nella miscela di inerti che costituisce il conglomerato bituminoso dovrà essere utilizzato esclusivamente materiale derivante da frantumazione.

b) Legante

Il legante dovrà essere costituito da bitume semisolido per usi stradali, dovrà provenire dalla modifica di una base bituminosa attraverso l'aggiunta di un agente o compound modificante elastomerico di tipo stirene butadiene stirene (SBS). Il legante così ottenuto al termine del processo di maturazione dovrà presentarsi stabile nel tempo e con un ampio intervallo di elastoplasticità.

PROVA	U.M.	VALORE	NORMA
Penetrazione a 25 °C	dmm	45 ÷ 55	UNI EN 1426:2007
Punto di rammollimento P.A.	°C	75 ÷ 85	UNI EN 1427:2007
Punto di rottura Fraass	°C	≤ 16	UNI EN 12593:2007
Viscosità dinamica a 100 °C	Pa·s	> 70	UNI EN 13302 :2010
Viscosità dinamica a 160 °C	Pa·s	0.5 ÷ 0.8	
Ritorno elastico a 25 °C	%	> 95	UNI EN 13398:2010
Scostamenti dopo prova "tuben test" (UNI EN 13399)			
penetrazione a 25° C	Δ (dmm)	< 5.0	UNI EN 1426:2007
punto di rammollimento	Δ _T (°C)	< 3.0	UNI EN 1427:2007

c) miscela

In accordo a quanto fissato dalla Direttiva 89/106/CEE ed applicabile ai conglomerati bituminosi, si dovrà garantire la produzione di tutte le miscele nel rispetto delle caratteristiche essenziali ed in conformità a quanto espresso nell'appendice ZA delle Norme UNI EN 13108-5:2006. In ogni caso il conglomerato dovrà essere conforme anche ai sistemi di attestazione previsti dalla normativa vigente.

La miscela di aggregati lapidei dovrà presentare una composizione granulometrica compresa all'interno dei seguenti fusi di riferimento rappresentati in tabella:

Setacci ISO 565 (serie base + gruppo 2)	Passante in peso	
	SMA 12	SMA 8

Setaccio 12.5	100	-
Setaccio 10	81 - 100	100
Setaccio 8	60 – 88	90 - 100
Setaccio 6.3	-	70 – 90
Setaccio 4	30 – 52	35 – 60
Setaccio 2	22 – 34	23 – 35
Setaccio 1	16 – 26	18 – 29
Setaccio 0, 5	11 – 21	13 – 23
Setaccio 0, 25	10 – 18	10 – 18
Setaccio 0, 063	8 - 14	8 - 14

Lo SMA12 andrà utilizzato per spessori compresi tra 3 e 5 cm; lo SMA8 per strati di 2 ÷ 3 cm

Il legante descritto in precedenza, sarà aggiunto nella dose tra il 5.5% e il 7.0 % ed andrà ottimizzato per ogni singolo strato attraverso uno studio della miscela.

A seconda del metodo di studio utilizzato il conglomerato dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

METODO MARSHALL (Norma UNI EN 12697-30:2007)	
Condizioni di prova	Valore richiesto
Costipamento	75 colpi per faccia
Parametri	
Stabilità (UNI EN 12697-34)	≥ 13 kN
Rigidezza	2,5 ÷ 4 kN/mm
Vuoti residui (UNI EN 12697-8)	1 ÷ 4
Resistenza a trazione indiretta a 25° C (UNI EN 12697-23)	> 1,0 · 10 ⁻³ GPa
Deformazione alla prova di impronta (UNI EN 12697-20)	< 1 mm (dopo 1 h)

METODO VOLUMETRICO (Norma UNI EN 12697-31:2007)	
Condizioni di prova	Valore richiesto
Angolo di rotazione	1.25° ± 0.02
Velocità di rotazione	30 rotazioni/min
Pressione verticale	600 Kpa
Diametro del provino	150 mm
Parametri	
Vuoti a 10 rotazioni	10 ÷ 12
Vuoti a 150 rotazioni	1 ÷ 4
Vuoti a 240 rotazioni	> 1

La densità a 150 rotazioni costituisce la densità giratoria di progetto D_G e dovrà essere utilizzata per il calcolo dell'addensamento della pavimentazione in opera.

Sulla miscela definita con la pressa giratoria con provini confezionati alla densità giratoria di progetto D_G dovrà essere determinato il modulo di rigidezza a 20° C (UNI EN 12697-26:2012, All. C) il quale andrà a costituire il riferimento per i controlli nel corso della messa in opera.

Studio della miscela in laboratorio

Al fine di determinare la migliore formulazione dell'impasto per la realizzazione dello strato, l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni, uno studio di fattibilità e di ottimizzazione, mediante il quale definire i componenti della miscela, le relative caratteristiche fisico-meccaniche e i dosaggi necessari per la produzione di un conglomerato bituminoso in grado di meglio soddisfare ai requisiti di accettazione previsti dal presente Capitolato.

Gli esiti e le conclusioni dell'indagine preliminare (mix-design) dovranno essere opportunamente documentati con tutti i certificati relativi alle prove di laboratorio effettuate, sia sui materiali componenti che sul conglomerato da utilizzare in fase di stesa.

Lo studio di fattibilità e ottimizzazione sui singoli componenti del conglomerato bituminoso, nonché sul prodotto finale, dovrà concernere la scelta del legante e degli aggregati lapidei nelle varie pezzature. Dovranno essere indicati: tipo, qualità e dosaggio del bitume; natura e provenienza dell'inerte mediante la certificazione della marcatura CE; per ciascuna frazione e per la miscela di aggregati che si intende impiegare, la curva granulometrica

(UNI EN 933-1:2012), la massa volumica apparente dei granuli (UNI EN 1097-6:2008) e tutte le caratteristiche fisiche e meccaniche indicate dal Capitolato fra i requisiti di accettazione (art. 4.5.2.a/b/c).

Il dosaggio di legante con cui confezionare il conglomerato sarà preliminarmente determinato in laboratorio, per via sperimentale, mediante metodo Marshall o in alternativa metodo volumetrico, da realizzare secondo le modalità descritte al precedente art. 4.5.2.c.

La Direzione Lavori si riserva, in ogni caso, di approvare i risultati prodotti dall'Impresa o di fare studiare diverse formulazioni dell'impasto.

L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Appaltatore relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

Una volta accettato dalla Direzione Lavori lo studio della miscela proposta, l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente, saranno tollerati scostamenti, rispetto allo studio di formulazione, pari a:

- ± 5% sull'aggregato grosso;
- ± 2% sull'aggregato fine;
- ± 1.5% sulla quantità di filler;
- ± 0.25% sulla quantità di bitume.

Formazione e confezione della miscela

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 (compresa tra i 150°C e i 170°C), come lo deve essere quella degli inerti lapidei al momento della miscelazione (175°C - 185°C). L'umidità residua degli inerti lapidei dopo l'uscita dall'essiccatore non deve superare lo 0.25% in peso.

Si dovrà fare uso di almeno quattro classi granulometriche ed il tempo di miscelazione deve essere stabilito in base alle caratteristiche dell'impianto e del prodotto finale che si vuole raggiungere.

Posa in opera della miscela

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. La posa in opera dei conglomerati bituminosi sarà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori che devono risultare perfettamente funzionanti e dotate di automatismi di autolivellamento.

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 ove possibile. 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. 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.

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. Il trasporto del conglomerato, dall'impianto fisso di confezionamento al cantiere di stesa, deve avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti, veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare il raffreddamento e la formazione di una crosta superficiale del conglomerato bituminoso.

La temperatura del conglomerato all'uscita della macchina vibrofinitrice non deve essere inferiore a 160°C. I lavori di stesa del manto stradale dovranno essere sospesi quando le condizioni meteorologiche ne compromettano la buona esecuzione e di norma non al di fuori dell'intervallo di temperature 5°C ÷ 40°C. Gli strati che risultano compromessi devono essere rimossi e ricostruiti a spese dell'impresa. Il costipamento deve avvenire immediatamente dopo la stesa del conglomerato dalla macchina vibrofinitrice e deve essere portata a termine senza nessuna interruzione. Si avrà cura che il costipamento sia condotto con la tecnologia più adeguata. Il costipamento deve essere realizzato solo con rulli gommati di idoneo peso e caratteristiche tecnologiche. Potrà essere utilizzato un tandem di compattatori a rulli metallici del peso massimo di 14 ton. 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 superficie degli strati al termine del costipamento deve presentarsi priva di qualsiasi irregolarità ed ondulazione. Per garantire la regolarità superficiale un'asta lunga 4m deve aderire, in ognuna delle sei direzioni azimutali contigue, alla superficie con uno scostamento altimetrico massimo tra i suoi due estremi di 5 mm.

Il volume del conglomerato dopo la costipazione non dovrà avere un volume inferiore del 97% del volume del provino Marshall, se nel metodo di valutazione saranno compresi anche i vuoti superficiali l'addensamento minimo sarà limitato al 90%.

Controllo dei requisiti di accettazione dei materiali

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati di tipo tradizionale.

Controllo dei requisiti ed accettazione delle lavorazioni

Al termine della compattazione per lo strato di usura SMA, dovranno essere verificate le seguenti prescrizioni

- 1) Dovrà avere una densità, uniforme in tutto lo spessore, non inferiore al 97% di quella Marshall o della densità giratoria di progetto DG dello stesso giorno, rilevata all'impianto o alla stesa
- 2) Il contenuto di vuoti residui, in opera (secondo Norma UNI EN 12697-8:2003), deve essere compreso fra 2 e 5%.
- 3) Il conglomerato bituminoso deve avere una tessitura superficiale tale da non risultare scivoloso. Le caratteristiche di antisdrucchiolatezza valutate mediante Coefficiente di Aderenza Trasversale (CAT) rilevato mediante apparecchio S.C.R.I.M. (Sideway force Coefficient Routine Investigation Machine), secondo Norma CNR B.U. n° 147 del 14 Dicembre 1992, sarà considerato: buono, per valori non inferiori a 0,60; soddisfacente, per valori compresi tra 0,40 e 0,60, in questo caso il conglomerato verrà penalizzato; insufficiente e quindi non accettabile per valori inferiori a 0,40.
- 4) La macrotessitura superficiale dello strato, rilevata mediante strumento laser rispondente alla Norma ISO 13473 ed espresso come valore MPD (Mean Profile Depth), ovvero espressa in termini di altezza di sabbia (HS), ai sensi della Norma UNI EN 13036-1:2010, dovrà essere maggiore di 0,8 mm.
- 5) Il conglomerato bituminoso, in opera, deve avere una superficie regolare. L'International Roughness Index (IRI) misurato su tratti più lunghi della stessa strada dovrà risultare: IRI medio/km 1,2 mm/m (deviazione standard non superiore a 0,4 mm/m).

Le misure di CAT, MPD (HS) e IRI dovranno essere, di norma, effettuate non prima del 60° giorno di apertura della strada al traffico né dopo il 180° giorno. I rilievi potranno essere effettuati (fatta eccezione per l'IRI) su qualsiasi tratto stradale; nei tratti esclusi dalle misure, la Direzione Lavori potrà disporre la realizzazione di quei rilievi che riterrà necessari in relazione allo stato della pavimentazione e alle carenze funzionali individuabili visivamente.

La valutazione del peso di volume sarà eseguita secondo la Norma UNI EN 12697-6:2008, su carote di 10 cm di diametro, prelevate in numero significativo per la caratterizzazione dei materiali messi in opera. Il valore risulterà dalla media di due prove. Particolare cura dovrà essere nel riempimento delle cavità rimaste negli strati superficiali dopo il prelievo delle carote.

In nessun caso sarà tollerato l'utilizzo di materiale proveniente dalla fresatura e/o demolizione di conglomerati bituminosi.

L'uso di detti materiali anche in minima percentuale darà luogo alla rimozione completa ed in danno dell'Impresa delle lavorazioni fino a quel punto eseguite.

Art. 2.4 TRATTAMENTI DI RIPRISTINO DELL'ADERENZA

Art. 2.4.1 Conglomerato per strati di usura antiskid

Descrizione

Il conglomerato bituminoso antiskid, messo in opera in strati sottili da mm 30, viene utilizzato in tutte quelle situazioni in cui è necessario ottenere elevate caratteristiche di aderenza e macrorugosità accoppiate a grandi resistenze alle deformazioni plastiche.

Caratteristiche dei materiali da impiegare

a) Materiali inerti

L'aggregato grosso (frazione di dimensioni maggiori di 2 mm) dovrà essere costituito da elementi granulari sani, duri di forma poliedrica, a spigoli vivi, provenienti esclusivamente da processo di frantumazione, di rocce magmatico-effusive di tipo basaltico e porfirico così come previsto dalla norma UNI EN 13043 del gennaio 2004 per gli inerti da utilizzare negli strati superficiali di usura delle pavimentazioni stradali.

Il campionamento degli aggregati destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione dovrà essere eseguito secondo la Norma UNI EN 932-1 del gennaio 1998.

Il rispetto dei requisiti di accettazione da parte degli inerti impiegati nel conglomerato bituminoso dovrà rispondere a quanto previsto dalla marcatura ed etichettatura CE dei prodotti secondo quanto previsto all'appendice ZA della norma UNI EN 13043:2004 e verificato sulla base delle prescrizioni contenute nella suddetta norma.

In ogni caso i materiali dovranno essere conformi ai sistemi di attestazione previsti dalla normativa vigente

Per ogni singola pezzatura costituente l'aggregato grosso dovranno essere soddisfatti i seguenti requisiti:

- 1) Per ogni singola pezzatura costituente l'aggregato grosso dovranno essere soddisfatti i seguenti requisiti:
- 2) Il 100% del materiale deve provenire da frantumazione;
- 3) La perdita in peso alla prova Los Angeles, secondo la Norma UNI EN 1097-2:2010, deve essere inferiore al 15% (LA₁₅);
- 4) Il coefficiente di levigabilità accelerata (CLA) delle graniglie, secondo la Norma UNI EN 1097-8:2009, deve essere non inferiore a 0,45 (PSV₅₀);
- 5) Se richiesto dalla Direzione Lavori, la perdita di resistenza dopo gelo e disgelo, determinata secondo la Norma UNI EN 1367-1:2007, non dovrà essere superiore a 1 (F₁);
- 6) Il contenuto di rocce tenere, alterate o scistose, e di rocce degradabili, ai sensi della Norma UNI EN 933-2:1997, deve essere nullo;
- 7) L'indice di appiattimento, secondo la Norma UNI EN 933-3:2012, deve essere inferiore a 12% (FI₁₅);

L'aggregato fino (frazione di dimensioni minori di 2 mm) deve essere costituito esclusivamente da sabbie di frantumazione, risultanti dalla produzione dell'aggregato grosso avente le caratteristiche sopra riportate. Dovrà inoltre rispondere al seguente requisito:

- 1) *L'equivalente in sabbia*, determinato secondo la Norma UNI EN 933-8:2012, dovrà essere non inferiore al 70%.

L'additivo minerale (filler) dovrà essere costituito da materiale polverulento, proveniente dalla macinazione di rocce calcaree o dolomitiche a struttura amorfa (non cristallina), oppure da un materiale sintetico di natura prevalentemente calcarea (cemento Portland normale o cemento crudo).

Nella miscela di inerti che costituisce il conglomerato bituminoso dovrà essere utilizzato esclusivamente materiale derivante da frantumazione.

b) Legante

Il legante dovrà essere costituito da bitume semisolido per usi stradali, dovrà provenire dalla modifica di una base bituminosa attraverso l'aggiunta di un agente o compound modificante elastomerico di tipo stirene butadiene stirene (SBS). Il legante così ottenuto al termine del processo di maturazione dovrà presentarsi stabile nel tempo e con un ampio intervallo di elastoplasticità.

PROVA	U.M.	VALORE	NORMA
Penetrazione a 25 °C	dmm	55 ÷ 65	UNI EN 1426:2007
Punto di rammollimento P.A.	°C	80 ÷ 90	UNI EN 1427:2007
Punto di rottura Fraass	°C	≤ -19	UNI EN 12593:2007
Viscosità dinamica a 100 °C	Pa·s	75 ÷ 120	UNI EN 13302 :2010
Viscosità dinamica a 160 °C	Pa·s	0.6 ÷ 0.8	
Ritorno elastico a 25°C	%	> 95	UNI EN 13398:2007
Scostamenti dopo prova "tuben test" (UNI EN 13399)			
penetrazione a 25° C	Δ (dmm)	< 5.0	UNI EN 1426:2007
punto di rammollimento	ΔT (°C)	< 3.0	UNI EN 1427:2007

c) Miscela

In accordo a quanto fissato dalla Direttiva 89/106/CEE ed applicabile ai conglomerati bituminosi, si dovrà garantire la produzione di tutte le miscele nel rispetto delle caratteristiche essenziali ed in conformità a quanto espresso nell'appendice ZA delle Norme UNI EN 13108-2:2006. In ogni caso il conglomerato dovrà essere conforme anche ai sistemi di attestazione previsti dalla normativa vigente.

La miscela di aggregati lapidei dovrà presentare una composizione granulometrica compresa all'interno del seguente fuso di riferimento:

Setacci ISO 565 (serie base + gruppo 2)	Passante in peso
Setaccio 12.5	100
Setaccio 10	75 - 100
Setaccio 8	50 - 70
Setaccio 6,3	18 - 45
Setaccio 4	16 - 25
Setaccio 2	14 - 22
Setaccio 1	12 - 20
Setaccio 0, 5	11 - 18
Setaccio 0, 25	10 - 17
Setaccio 0, 063	8 - 14

Il legante descritto in precedenza, sarà aggiunto nella dose tra il 5.2% e il 5.8 % e dovrà comunque essere definito, all'interno delle tolleranze, attraverso lo studio di formulazione della miscela.

A seconda del metodo di studio utilizzato il conglomerato dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

METODO MARSHALL (Norma UNI EN 12697-30:2007)	
Condizioni di prova	Valore richiesto
Costipamento	75 colpi per faccia
Parametri	

Stabilità (UNI EN 12697-34)	$\geq 13 \text{ kN}$
Rigidezza	$2,5 \div 4 \text{ kN}$
Vuoti residui (UNI EN 12697-8)	$8 \div 12$
Resistenza a trazione indiretta a 25° C (UNI EN 12697-23)	$> 0,8 \cdot 10^{-3} \text{ GPa}$
Deformazione alla prova di impronta (UNI EN 12697-20)	$< 50 \text{ mm}$

METODO VOLUMETRICO (Norma UNI EN 12697-31:2007)	
Condizioni di prova	Valore richiesto
Angolo di rotazione	$1.25^\circ \pm 0.02$
Velocità di rotazione	30 rotazioni/min
Pressione verticale	600 Kpa
Diametro del provino	150 mm
Parametri	
Vuoti a 10 rotazioni	$10 \div 14$
Vuoti a 120 rotazioni	$8 \div 12$
Vuoti a 210 rotazioni	> 3

La densità a 120 rotazioni costituisce la densità giratoria di progetto D_g e dovrà essere utilizzata per il calcolo dell'addensamento della pavimentazione in opera.

Sulla miscela definita con la pressa giratoria con provini confezionati alla densità giratoria di progetto D_g dovrà essere determinato il modulo di rigidezza a 20° C (UNI EN 12697-26:2012, All. C) il quale andrà a costituire il riferimento per i controlli nel corso della messa in opera.

Studio della miscela in laboratorio

Al fine di determinare la migliore formulazione dell'impasto per la realizzazione dello strato, l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni, uno studio di fattibilità e di ottimizzazione, mediante il quale definire i componenti della miscela, le relative caratteristiche fisico-meccaniche e i dosaggi necessari per la produzione di un conglomerato bituminoso in grado di meglio soddisfare ai requisiti di accettazione previsti dal presente Capitolato.

Gli esiti e le conclusioni dell'indagine preliminare (mix-design) dovranno essere opportunamente documentati con tutti i certificati relativi alle prove di laboratorio effettuate, sia sui materiali componenti che sul conglomerato da utilizzare in fase di stesa.

Lo studio di fattibilità e ottimizzazione sui singoli componenti del conglomerato bituminoso, nonché sul prodotto finale, dovrà concernere la scelta del legante e degli aggregati lapidei nelle varie pezzature. Dovranno essere indicati: tipo, qualità e dosaggio del bitume; natura e provenienza dell'inerte mediante la certificazione della marcatura CE; per ciascuna frazione e per la miscela di aggregati che si intende impiegare, la curva granulometrica (UNI EN 933-1:2012), la massa volumica apparente dei granuli (UNI EN 1097-6:2008) e tutte le caratteristiche fisiche e meccaniche indicate dal Capitolato fra i requisiti di accettazione (art. 5.1.2.a/b/c).

Il dosaggio di legante con cui confezionare il conglomerato sarà preliminarmente determinato in laboratorio, per via sperimentale, mediante metodo Marshall o in alternativa metodo volumetrico, da realizzare secondo le modalità descritte al precedente art. 4.1.2.c.

La Direzione Lavori si riserva, in ogni caso, di approvare i risultati prodotti dall'Impresa o di fare studiare diverse formulazioni dell'impasto.

L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Appaltatore relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

Una volta accettata dalla Direzione Lavori lo studio della miscela proposta, l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente, saranno tollerati scostamenti, rispetto allo studio di formulazione, pari a:

- $\pm 5\%$ sull'aggregato grosso;
- $\pm 2\%$ sull'aggregato fine;
- $\pm 1.5\%$ sulla quantità di filler;
- $\pm 0.25\%$ sulla quantità di bitume.

Formazione e confezione della miscela

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 (compresa tra i 150°C e i 170°C), come lo deve essere quella degli inerti lapidei al momento della miscelazione (175°C - 185°C). L'umidità residua degli inerti lapidei dopo l'uscita dall'essiccatore non deve superare lo 0.25% in peso.

Si dovrà fare uso di almeno due classi granulometriche ed il tempo di miscelazione deve essere stabilito in base alle caratteristiche dell'impianto e del prodotto finale che si vuole raggiungere.

Posa in opera della miscela

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. La posa in opera dei conglomerati bituminosi sarà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori che devono risultare perfettamente funzionanti e dotate di automatismi di autolivellamento.

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 ove possibile. Quando questo non è possibile è indispensabile utilizzare un'emulsione modificata spruzzandola direttamente sul bordo della strisciata per garantire e ottimizzare l'adesione della stesa successiva. 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.

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. Il trasporto del conglomerato, dall'impianto fisso di confezionamento al cantiere di stesa, deve avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti, veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare il raffreddamento e la formazione di una crosta superficiale del conglomerato bituminoso.

La temperatura del conglomerato all'uscita della macchina vibrofinitrice non deve essere inferiore a 160° C. I lavori di stesa del manto stradale dovranno essere sospesi quando le condizioni meteorologiche ne compromettano la buona esecuzione e di norma non al di fuori dell'intervallo di temperature 5°C ÷ 40°C. Gli strati che risultano compromessi devono essere rimossi e ricostruiti a spese dell'impresa. Il costipamento deve avvenire immediatamente dopo la stesa del conglomerato dalla macchina vibrofinitrice e deve essere portata a termine senza nessuna interruzione. Si avrà cura che il costipamento sia condotto con la tecnologia più adeguata. Il costipamento deve essere realizzato solo con rulli gommati di idoneo peso e caratteristiche tecnologiche. Potrà essere utilizzato un tandem di compattatori a rulli metallici del peso massimo di 14 ton. 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 superficie degli strati al termine del costipamento deve presentarsi priva di qualsiasi irregolarità ed ondulazione. Per garantire la regolarità superficiale un'asta lunga 4m deve aderire, in ognuna delle sei direzioni azimutali contigue, alla superficie con uno scostamento altimetrico massimo tra i suoi due estremi di 5 mm.

Il volume del conglomerato dopo la costipazione non dovrà avere un volume inferiore del 97% del volume del provino Marshall, se nel metodo di valutazione saranno compresi anche i vuoti superficiali l'addensamento minimo sarà limitato al 90%.

Controllo dei requisiti di accettazione dei materiali

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati di tipo tradizionale.

Controllo dei requisiti ed accettazione delle lavorazioni

Al termine della compattazione per lo strato di usura antiskid, dovranno essere verificate le seguenti prescrizioni

- 1) Dovrà avere una densità, uniforme in tutto lo spessore, non inferiore al 97% di quella Marshall o della densità giratoria di progetto DG dello stesso giorno, rilevata all'impianto o alla stesa
- 2) Il contenuto di vuoti residui, in opera (secondo Norma UNI EN 12697-8:2003), deve essere compreso fra 5 e 12%.
- 3) Il conglomerato bituminoso deve avere una tessitura superficiale tale da non risultare scivoloso. Le caratteristiche di antisdruciolevolezza valutate mediante Coefficiente di Aderenza Trasversale (CAT) rilevato mediante apparecchio S.C.R.I.M. (Sideway force Coefficient Routine Investigation Machine), secondo Norma CNR B.U. n° 147 del 14 Dicembre 1992, sarà considerato: buono, per valori non inferiori a 0,65; soddisfacente, per valori compresi tra 0,40 e 0,65, in questo caso il conglomerato verrà penalizzato; insufficiente e quindi non accettabile per valori inferiori a 0,40.
- 4) La macrotessitura superficiale dello strato, rilevata mediante strumento laser rispondente alla Norma ISO 13473 ed espresso come valore MPD (Mean Profile Depth), ovvero espressa in termini di altezza di sabbia (HS), ai sensi della Norma UNI EN 13036-1:2010, dovrà essere maggiore di 1,0 mm.
- 5) Il conglomerato bituminoso, in opera, deve avere una superficie regolare. L'International Roughness Index (IRI) misurato su tratti più lunghi della stessa strada dovrà risultare: IRI medio/km 1,2 mm/m (deviazione standard non superiore a 0,4 mm/m).

Le misure di CAT, MPD (HS) e IRI dovranno essere, di norma, effettuate non prima del 60° giorno di apertura della strada al traffico né dopo il 180° giorno. I rilievi potranno essere effettuati (fatta eccezione per l'IRI) su qualsiasi tratto stradale; nei tratti esclusi dalle misure, la Direzione Lavori potrà disporre la realizzazione di quei rilievi che riterrà necessari in relazione allo stato della pavimentazione e alle carenze funzionali individuabili visivamente.

La valutazione del peso di volume sarà eseguita secondo la Norma UNI EN 12697-6:2008, su carote di 10 cm di diametro, prelevate in numero significativo per la caratterizzazione dei materiali messi in opera. Il valore risulterà

dalla media di due prove. Particolare cura dovrà essere nel riempimento delle cavità rimaste negli strati superficiali dopo il prelievo delle carote.

In nessun caso sarà tollerato l'utilizzo di materiale proveniente dalla fresatura e/o demolizione di conglomerati bituminosi.

L'uso di detti materiali anche in minima percentuale darà luogo alla rimozione completa ed in danno dell'Impresa delle lavorazioni fino a quel punto eseguite.

Art. 2.4.2 Microtappeto a freddo tipo "slurry seal"

Descrizione

Il microtappeto a freddo tipo "slurry seal" consiste nell'applicazione di un sottile strato di malta bituminosa, costituita da un impasto di emulsione bituminosa modificata, inerti fini ben graduati, acqua, filler ed additivi che mescolati in proporzioni adeguate permettono di ottenere una miscela fluida, omogenea e cremosa che, una volta eliminata l'acqua, si trasforma in un microagglomerato a freddo, usato per trattamenti superficiali di irruvidimento ed impermeabilizzazione di pavimentazioni stradali.

La malta è formata da una miscela di inerti particolarmente selezionati, impastati a freddo con una speciale emulsione bituminosa elastomerizzata.

La miscelazione e la stesa sono effettuate con apposita macchina semovente ed il trattamento, che normalmente non richiede rullatura, consente l'apertura della strada al traffico quasi immediatamente.

Materiali inerti

Gli inerti, costituiti da una miscela di graniglia, sabbia e filler, con granulometria ben graduata e continua, devono soddisfare particolari requisiti di pulizia, poliedricità, resistenza meccanica all'abrasione ed al levigamento.

Per l'aggregato grosso dovranno essere impiegati esclusivamente inerti frantumati di cava, con perdita di peso minore del 15% alla prova Los Angeles (LA₁₅), eseguita sulle singole pezzature (UNI EN 1097-2:2010); inoltre il coefficiente di levigabilità accelerata (C.L.A.) determinato su tali pezzature, dovrà essere uguale o maggiore di 0,48 (PSV₅₀).

L'aggregato fine sarà composto da sabbia di frantumazione, ed eventualmente, da sabbia naturale di fiume: la percentuale delle sabbie provenienti da frantumazione non dovrà comunque essere inferiore all'85% della miscela delle sabbie.

In ogni caso la qualità delle rocce e degli elementi litoidi di fiume da cui è ricavata per frantumazione la sabbia dovrà avere, alla prova Los Angeles (UNI EN 1097-2:2010) eseguita sul granulato della stessa provenienza, la perdita in peso non superiore al 25% (LA₂₅).

L'equivalente in sabbia determinato dalla sabbia o sulla miscela delle due, dovrà essere maggiore o uguale al all'80% UNI EN 933-8:2012.

Additivi

Gli additivi (filler) provenienti dalle sabbie descritte precedentemente, potranno essere integrati con filler di apporto (normalmente cemento Portland 325).

Acqua

L'acqua utilizzata nella preparazione dei microtappeti dovrà essere dolce, limpida, non inquinata da materie organiche o comunque dannose e rispondere ai requisiti stabiliti dalle disposizioni emanate dall'articolo 21 della legge 1086 del 05.11.1971 (D.M.01.04.1983 e successivi aggiornamenti).

Essa andrà dosata diligentemente (né troppa né troppo poca) allo scopo di svolgere il ruolo di lubrificante fra gli inerti e facilitare la corretta distribuzione dell'emulsione.

Legante

Il legante bituminoso sarà costituito da emulsione bituminosa diretta a base di bitume puro 70/100 con un contenuto di legante residuo del 60%, elastica a rottura controllata, modificata con lattice di gomma sintetica in fase continua.

Caratteristiche del legante residuo dalla distillazione:

PROVA	U.M.	VALORE	NORMA
Penetrazione a 25° C	dmm	50 - 70	UNI EN 1426:2007
Punto di rammollimento	°C	55 - 65	UNI EN 1427:2007
Punto di rottura Fraas, min	°C	- 15	UNI EN 12593:2007

Viscosità dinamica a 80° C	Pa·s	80 - 130	UNI EN 13302 :2010
----------------------------	------	----------	--------------------

Miscela

Le miscele dovranno avere una composizione granulometrica nei fusi di seguito elencati in funzione dello spessore finale richiesto:

Setacci ISO 565 (serie base + gruppo 2)	Passante in peso		
	9 mm	6 mm	4 mm
Setaccio 12.5	100	-	-
Setaccio 10	-	100	-
Setaccio 8	79 - 100	91 - 100	100
Setaccio 6.3	70 - 90	80 - 93	90 - 100
Setaccio 4	54 - 77	61 - 82	80 - 97
Setaccio 2	36 - 55	40 - 64	59 - 84
Setaccio 1	26 - 43	29 - 49	42 - 64
Setaccio 0, 5	17 - 32	18 - 33	27 - 44
Setaccio 0, 25	11 - 23	11 - 22	16 - 28
Setaccio 0, 063	4 - 8	5 - 15	5 - 15

Miscele con spessori finali diversi dovranno essere concordate di volta in volta con la D.L.

Composizione della miscela e dosaggi

La malta bituminosa dovrà avere i seguenti requisiti:

Spessore minimo	U.M.	9 mm	6 mm	4 mm
Dosaggio della malta	kg/ m ²	13-20	8-15	7 - 12
Pezzature max inerti	mm	10-13	7-8	5 - 6
Contenuto di legante residuo, % in peso su inerti	%	5,5-7,5	6,5-8,5	7,50 - 10,50

Confezionamento e posa in opera

Il confezionamento dell'impasto sarà realizzato con un'apposita macchina impastatrice semovente, autocaricante anteriormente, a quattro ruote motrici, idonea alla confezione e stesa a freddo di conglomerati bituminosi fluidi nonché alla spruzzatura e caldo di bitumi ed emulsioni elastomerizzati e resine solubili in veicolo acquoso.

Tale impianto dovrà essere completo di apparati di regolazione, controllo e dosaggio automatici, e costituito essenzialmente delle seguenti parti:

- Tramoggia della miscela degli aggregati;
- Nastro trasportatore;
- Serbatoio dell'emulsione bituminosa, dell'acqua e degli additivi;
- Spruzzatore dell'acqua e dell'emulsione;
- Mescolatore;
- Banco stenditore a carter;
- Spruzzatore dell'acqua di preumidificazione.

Le operazioni di produzione stesa devono avvenire in modo continuo connesso alla velocità di avanzamento della motrice nelle seguenti fasi:

- Ingresso della miscela di aggregati e del filler nel mescolatore
- Aggiunta dell'acqua di impasto e dell'additivo
- Miscelazione ed omogeneizzazione della miscela di inerti e del suo grado di umidità
- Aggiunta dell'emulsione bituminosa
- Miscelazione ed omogeneizzazione dell'impasto
- Colamento dell'impasto nello stenditore a carter
- Distribuzione dell'impasto nello stenditore, stesa a livellamento.

Immediatamente prima di iniziare la stesa del microtappeto a freddo, si dovrà procedere alla eventuale pulizia della superficie stradale oggetto di trattamento, manualmente o con mezzi meccanici; tutti gli eventuali detriti e/o polveri dovranno essere allontanati.

La pavimentazione costituente la base di stesa dello slurry-seal non deve presentare degradazioni tali da compromettere l'efficacia dell'intervento quali ormaie, avvallamenti, fessurazioni estese. Diversamente, prima della messa in opera dello slurry-seal, si dovrà operare ad una rasatura della superficie mediante una malta bituminosa molto fine di pezzatura massima 4 mm. Nel caso di fenomeni di degrado peggiori (sfondamenti, buche profonde, ecc.) si dovrà intervenire con metodi di manutenzione tradizionali quali risagome, ricariche e rappezzi con conglomerato a caldo.

In alcuni casi, a giudizio della D.L. si dovrà procedere ad un'omogenea umidificazione della superficie stradale, prima dell'inizio delle operazioni di stesa.

La produzione e la messa in opera della malta bituminosa per lo slurry-seal non devono essere effettuate:

- a) Quando sussiste il pericolo che il prodotto finale possa gelare prima della completa maturazione;
- b) Quando la temperatura dell'aria è inferiore a 10° C con tendenza a diminuire (ma può essere eseguito quando la temperatura dell'aria è superiore a 7° C con ad aumentare);
- c) Durante e dopo una precipitazione atmosferica fintantoché ci siano ristagni di acqua piovana sulla superficie di posa.

La stesa dovrà essere uniforme e la velocità di avanzamento regolata secondo le quantità e gli spessori indicati dalla D.L. ed eseguita parallelamente all'asse stradale.

Non dovranno avvenire fenomeni di segregazione della miscela durante le fasi di stesa e prima dell'inizio della rottura dell'emulsione.

In particolari situazioni di zone sottoposte a forti sollecitazioni trasversali (curve, rotatorie, innesti) sarà opportuno che lo strato di malta bituminosa venga leggermente rullato prima dell'indurimento a mezzo di rulli metallici o gommati.

L'apertura al traffico dovrà essere sempre possibile al massimo entro le due ore successive alla messa in opera. Nel caso di transito anticipato e previa autorizzazione della D.LL., si potrà accelerare l'indurimento della malta mediante dispersione di cemento in polvere.

Al termine delle operazioni di stesa, il microtappeto dovrà presentare un aspetto regolare ed uniforme esente da imperfezioni (sbavature o strappi), una notevole scabrosità superficiale, una regolare distribuzione degli elementi litoidi componenti la miscela ed assolutamente nessun fenomeno di rifluimento del legante.

Caratteristiche superficiali della pavimentazione

La pavimentazione al termine dei lavori dovrà presentare un coefficiente di aderenza trasversale (C.A.T.), misurato con l'apparecchiatura SCRIM, dovrà risultare nell'arco di un anno dalla stesa non inferiore a 70, al di sotto di questo valore lo strato sarà penalizzato fino al valore di 50, oltre a questo valore si dovrà provvedere alla ricostruzione integrale; inoltre la tessitura geometrica intesa come macrorugosità superficiale, misurata con il sistema dell'altezza in sabbia "HS" (UNI EN 13036-1:2010) o mediante apparecchiatura laser, secondo quanto previsto dalla Norma ISO 13473-1:1997, dovrà essere superiore a 0,8 mm nello stesso arco di tempo.

Art. 2.5 RICICLAGGI IN SITO

Art. 2.5.1 Riciclaggio a freddo con bitume schiumato

Descrizione

La rigenerazione in sito a freddo viene realizzata mediante idonee attrezzature mobili (con mescolatore a volume variabile) che consentano di miscelare in sito la fondazione esistente integrata con materiale bituminoso fresato, con aggiunta di bitume schiumato, cemento, acqua e se necessario inerti freschi, omogeneizzare stendere e compattare la miscela per uno spessore di 20 cm da intendersi come spessore finale della fondazione.

La "schiuma di bitume" è prodotta dalla reazione meccanica che avviene nel bitume mediante la polverizzazione delle sue molecole con acqua in pressione. Il processo si realizza all'interno di una particolare camera di espansione mediante il contatto del bitume a circa 180°C con acqua ad alta pressione.

Materiali costituenti e loro qualificazione

- a) **Materiali inerti**

Gli inerti che costituiranno la miscela riciclata derivano dalla fresatura della preesistente pavimentazione in conglomerato bituminoso e, nel caso, del misto granulare della fondazione sottostante. La curva granulometrica risultante deve rientrare nei limiti specificati nella sottostante tabella:

Setacci ISO 565 <i>(serie base + gruppo 2)</i>	Passante in peso
Setaccio 63	100
Setaccio 40	88 - 100
Setaccio 25	75 - 100
Setaccio 16	66 - 88
Setaccio 8	53 - 74
Setaccio 4	42 - 63
Setaccio 2	32 - 52
Setaccio 0, 5	18 - 35
Setaccio 0, 25	12 - 28
Setaccio 0, 063	4 - 18

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.

Essi possono appartenere tanto all'insieme degli aggregati grossi (trattenuti al setaccio 2 mm) quanto a quello degli aggregati fini (passanti al setaccio 2 mm) e devono possedere i requisiti indicati nella sottostante tabella:

AGGREGATO GROSSO			
<i>Parametro</i>	<i>Normativa di riferimento</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Classificazione UNI EN 13043</i>
Coefficiente di frammentazione (Los Angeles)	UNI EN 1097-2	≤ 25%	LA ₂₅
Percentuale di particelle frantumate	UNI EN 933-5	≥ 60%	C _{60/0}
Dimensione massima	UNI EN 933-1	30 mm	-
Passante allo 0.063 mm	UNI EN 933-1	< 1%	f ₁
Resistenza al gelo e disgelo	UNI EN 1367-1	< 1%	F ₁
AGGREGATO FINO			
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	≥ 50	-
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	N.P.	-
Limite liquido	UNI CEN ISO/TS 17892-12	≤ 25	-

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

Il sistema di attestazione della conformità è quello specificato all'art. 7, comma 1, lettera B, procedura 3, del DPR n. 246/93 (Sistema 4: autodichiarazione del produttore).

Resta salva la facoltà del Direttore Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore.

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

b) Bitume

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

DETERMINAZIONE	U.M.	Valori	Norma di riferimento
Penetrazione a 25°C	dmm	70-100	UNI EN 1426:2007

Punto di rammollimento P - A	° C	43-51	UNI EN 1427:2007
Punto di rottura Fraass	°C	≤ 10	UNI EN 12593:2007
Viscosità dinamica 160°C	Pa·s	0.1 - 0.2	UNI EN 13302 :2010
Solubilità	%	≥ 99	UNI EN 12592:2007

La qualità del bitume schiumato, è definita soprattutto dai seguenti parametri:

Rapporto di espansione rappresentato dal rapporto tra il volume massimo raggiunto dal bitume schiumato ed il volume del bitume prima della schiumatura (≥ 15);

Tempo di dimezzamento dato dal periodo di tempo in cui il bitume schiumato dimezza il proprio volume (≥ 15);

Questi due parametri saranno sempre verificabili durante la lavorazione a mezzo dell'apposito ugello di test di cui deve essere dotata la riciclatrice.

c) Cemento

È 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.

I cementi impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 197-1:2011.

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

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

d) Acqua

Deve essere impiegata acqua pura ed esente da sostanze organiche.

Studio della miscela

La miscela finale sarà costituita dal materiale preesistente fresato, eventuali aggregati d'integrazione, 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 Appaltatrice, eseguito da un laboratorio specificatamente attrezzato.

In particolare il laboratorio deve provvedere a:

Caratterizzare il fresato mediante la determinazione della curva granulometrica (UNI EN 933-1:2012) e dell'umidità (UNI CEN ISO/TS 17892-1:2005);

Stabilire la curva granulometrica ottimale in base alle prescrizioni di cui al punto 6.1.2a) prevedendo eventualmente l'aggiunta alla miscela di aggregati d'integrazione;

Determinare le percentuali ottimali di acqua aggiunta, bitume e cemento.

Per l'ottimizzazione della miscela (mix design) devono essere confezionati provini con differenti quantità (percentuali riferite al peso degli inerti) di bitume, cemento ed acqua, come indicato nella tabella seguente costipati con pressa giratoria (UNI EN 12697-31:2007) nelle seguenti condizioni di prova:

Angolo di rotazione	1.25° ± 0.02
Velocità di rotazione	30 rotazioni/min
Pressione verticale	600 KPa
Diametro del provino	150 mm
Peso del campione <i>(comprensivo legante, acqua e cemento)</i>	4500 g
Numero di giri	180

Cemento	1.5			2.0			2.5		
Bitume schiumato %	2	2	2	3	3	3	4	4	4
Umidità %	4	5	6	4	5	6	4	5	6
Numero di provini	6	6	6	6	6	6	6	6	6

Ferme restando le percentuali di cemento le altre percentuali possono variare in funzione della natura e della granulometria da riciclare.

I provini così confezionati devono subire una maturazione a 40 °C per 24h, 48h e 72h e successivamente testati mediante prova di resistenza a trazione indiretta, dopo condizionamento per 4 ore in forno a 25 °C.

I provini sottoposti a maturazione devono fornire:

- Dopo 24 ore a 25° C: Resistenza a trazione diametrale Rt (N/mm²): > 0,20
- Dopo 72 ore a 40° C: Resistenza a trazione diametrale Rt (N/mm²): > 0,40

I provini sottoposti a maturazione di 72 ore e dopo immersione in acqua per 1 ora devono fornire:

Perdita di resistenza a trazione indiretta: < 30%

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

Una volta accettata dalla Direzione Lavori la composizione granulometrica di progetto, non saranno ammesse variazioni delle singole percentuali dei trattenuti di +/-10% per gli inerti riciclati, di +/-5% per gli aggregati di integrazione. Per la percentuale di bitume (determinata per differenza tra la quantità di legante complessivo e la quantità di bitume contenuta nel fresato) non deve essere tollerato uno scostamento da quella di progetto di +/-0,30%. Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate al momento della stesa, come pure dall'esame delle carote prelevate in sito.

Confezionamento e posa in opera delle miscele

Il riciclaggio a freddo con bitume schiumato dovrà essere realizzato mediante rigenerazione in sito della pavimentazione esistente in granulari e conglomerato bituminoso (interventi di manutenzione) ovvero mediante stabilizzazione in sito di materiale prefresato steso in idoneo spessore costante (interventi di nuova costruzione o di ricostruzione con consolidamento profondo), tramite unità semovente articolata computerizzata di riciclaggio che con avanzamento uniforme esegua contemporaneamente:

- La fresatura della pavimentazione esistente ovvero la miscelazione del materiale prefresato steso a terra fino ad una larghezza max di 4.20 m e per lo spessore previsto in progetto;
- L'omogeneizzazione del materiale con aggiunta dei nuovi leganti (bitume schiumato e cemento) e dell'acqua necessaria al costipamento;
- La stesa in unico strato e l'uniforme precompattazione della miscela riciclata, da effettuarsi con banco vibrante secondo sagoma e quote prestabilite.

L'aggiunta di idoneo bitume sotto forma di schiuma deve essere regolata e controllata da computer che ne assicuri il corretto dosaggio (di norma il 2.5-3.5%) in funzione della velocità di avanzamento della riciclatrice e delle sue eventuali variazioni.

Contemporaneamente al bitume deve essere aggiunto il cemento Portland 32.5 R (di norma il 1.5-2.5%), sotto forma di slurry (boiacca) prodotto da apposito mescolatore continuo computerizzato o in alternativa in forma di polvere posata direttamente sulla pavimentazione con macchina "spandicalce" che ne permetta il corretto dosaggio.

La compattazione iniziale –a tergo del banco di stesa- sarà effettuata con rullo liscio monotamburo vibrante a diverse ampiezze con energia minima di 400 kN dotato di sistema di controllo computerizzato della compattazione; seguirà poi un rullo liscio tandem da 14 ton vibrante a diverse ampiezze ovvero un rullo gommato o combinato (gomma/ferro) per la finitura superficiale dello strato riciclato.

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.

Controlli in corso d'opera

Durante la realizzazione del riciclaggio è previsto il prelievo di campioni di miscela dalla finitrice per la determinazione delle seguenti caratteristiche:

- Curva granulometrica;
- 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 giorni di maturazione a 40° c su provini confezionati tramite pressa giratoria;
- La densità secca su provini confezionati tramite pressa giratoria;
- Modulo di deformazione mediante prova di carico a doppio ciclo con piastra circolare.

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 bitume 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.

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 collegamento confezionato con bitume modificato di risagoma e di tappeto d'usura di adeguati spessori in funzione delle prestazioni finali previste.

Art. 2.5.2 Riciclaggio a caldo di conglomerati bituminosi

Descrizione

Scopo della rigenerazione in sito a caldo dei conglomerati bituminosi è quella di ripristinare le caratteristiche funzionali degradate delle pavimentazioni stradali ed in particolare i valori di aderenza e/o permeabilità nel caso di conglomerati drenanti.

La rigenerazione in sito delle pavimentazioni viene realizzata mediante attrezzature costituite da macchine idonee alla rimozione a caldo, omogeneizzazione della miscela in opera con opportune integrazioni di inerti e bitume, stesa e compattazione della miscela.

a) Materiali inerti

L'inerte di aggiunta dovrà provenire esclusivamente dalla frantumazione di rocce effusive o di caratteristiche equivalenti, idoneo all'uso nel confezionamento di conglomerati bituminosi di usura e comunque tale da rispettare le seguenti prescrizioni:

- coefficiente di levigatezza accelerata (C.L.A.) > 0,45 (Norme B.U. C.N.R. 140/92)
- indice di forma superiore a 0,25 (UNI EN 933-4:2008)
- indice di appiattimento inferiore al 10% su ogni pezzatura (UNI EN 933-3:2012)

L'inerte, nelle pezzature definite dallo studio preliminare, dovrà essere prebitumato a caldo in impianto con una percentuale in peso di bitume modificato. Variabile tra lo 0,6% e l'1,5%. Tale inerte potrà altresì essere opportunamente additivato, all'atto della prebitumatura, con filler in funzione degli obiettivi definiti dallo studio preliminare per la pavimentazione rigenerata.

b) Legante

Il legante è costituito da quello presente nel materiale da riciclare integrato con aggiunta di bitume a modifica elastomerica complessa additivato con prodotti attivanti chimici funzionali.

Il bitume modificato dovrà essere omogeneo e stabile, anche allo stoccaggio a caldo in serbatoio ed alla temperatura di impiego. La stabilità alla massima temperatura di stoccaggio, mantenibile per periodi limitati e corrispondente a quella di impiego, dovrà essere verificata con la prova denominata "tuben test".

Il legante di aggiunta dovrà inoltre possedere le caratteristiche di cui alla tabella seguente:

DETERMINAZIONE	U.M.	Valori	Norma di riferimento
Penetrazione a 25° C	dmm	60-90	UNI EN 1426:2007
Punto di rammollimento P - A	° C	65-95	UNI EN 1427:2007
Punto di rottura Fraass	°C	≤ 12	UNI EN 12593:2007
Viscosità dinamica 100° C	Pa·s	< 20	UNI EN 13302 :2010
Viscosità dinamica 160° C	Pa·s	< 0.50	UNI EN 13302 :2010
Solubilità	%	≥ 99	UNI EN 12592:2007
<i>Stabilità allo stoccaggio (UNI EN 13399:2004)</i>			
Penetrazione a 25° C	Δ(dmm)	≤ 5.0	UNI EN 1426:2007
Punto di rammollimento P - A	Δ(° C)	≤ 3.0	UNI EN 1427:2007

Lo studio preliminare potrà meglio definire tali caratteristiche, in funzione degli specifici obiettivi di progetto e del tipo di pavimentazione da rigenerare.

Studio della miscela in laboratorio

Qualsiasi intervento di rigenerazione dovrà essere preceduto da uno studio preliminare, che partendo dall'analisi della pavimentazione esistente effettuato attraverso un congruo numero di saggi e/o campioni che tenga conto della variabilità delle condizioni locali, definisca gli obiettivi del progetto, in termini di caratteristiche prestazionali finali e composizione.

Lo studio preliminare sarà condotto in modo da determinare i quantitativi d'aggiunta degli inerti e del legante. Inoltre sulla base del metodo Marshall o del metodo volumetrico si dovrà dar conto delle caratteristiche fisico-meccaniche raggiungibili dalla pavimentazioni in rapporto ai miglioramenti prestazionali prefissati.

Il progetto di intervento, definito dallo studio preliminare, sarà sottoposto alla approvazione della D.L. del Committente ed una volta approvato sarà vincolante per l'Impresa esecutrice.

Caratteristiche della miscela

La miscela finale, salvo diversa prescrizione della D.L., dovrà essere contenuta nel fuso di riferimento dell'analogha pavimentazione prevista in capitolato.

I provini per la verifica di idoneità e di controllo della miscela confezionati mediante compattatore ad impatto (Norma UNI EN 12697-30:2007) o pressa giratoria (Norma UNI EN 12697-31:2007), a seconda di quanto utilizzato nello studio preliminare, sottoposti alle verifiche meccaniche previste dovranno fornire valori non inferiori a quanto specificato per analoghe pavimentazioni nuove e, comunque, dovranno rispettare almeno i seguenti parametri:

Per le verifiche delle prestazioni meccaniche condotte con metodologia Marshall (Norma UNI EN 12697-34:2007), dovranno fornire i seguenti valori:

conglomerati chiusi

Stabilità Marshall	> 11 kN
Resistenza a trazione indiretta a 25° C	> 0.6 · 10 ⁻³ GPa

conglomerati drenanti

Stabilità Marshall	> 4 kN
Resistenza a trazione indiretta a 25° C	> 0.3 · 10 ⁻³ GPa

Per le verifiche di idoneità condotte con metodologia volumetrica su provini ottenuti con 100 rotazioni, dovranno fornire i seguenti valori:

conglomerati chiusi

Resistenza a trazione indiretta a 25° C	> 0.6 · 10 ⁻³ GPa
---	------------------------------

conglomerati drenanti

Resistenza a trazione indiretta a 25° C	> 0.6 · 10 ⁻³ GPa
---	------------------------------

La percentuale dei vuoti di qualsiasi miscela dovrà rispettare quanto previsto nello studio preliminare. In particolare per quanto attiene i conglomerati drenanti essa dovrà essere tale da permettere il raggiungimento della drenabilità ricercata (vuoti intercomunicanti).

Il processo di rigenerazione

Il processo di rigenerazione è costituito da:

- Aggiunta del materiale di integrazione nelle quantità previste dallo studio di progetto sulla superficie della pavimentazione
- Preriscaldamento dello strato da rigenerare senza modificare significativamente le caratteristiche reologiche del bitume presente;
- Disaggregazione e rimozione del conglomerato bituminoso plasticizzato, senza alterarne la granulometria esistente;
- Omogeneizzazione della miscela a caldo previa aggiunta di legante modificato nelle quantità previste dallo studio di progetto
- Stesa e compattazione
- L'inerte dovrà essere steso, nella quantità prevista dallo studio, precedentemente alla operazione di riscaldamento e rimozione della vecchia pavimentazione, in modo uniforme tramite spandigraniglia o finitrice idonea all'uso.

Il riscaldamento del manto stradale deve essere realizzato mediante macchine semoventi il cui numero sarà adeguato alla temperatura di rimozione ed alla velocità di avanzamento richieste. La rimozione dello strato non deve alterare la granulometria degli inerti della miscela in opera e non deve mai interessare lo strato di inerti ancorati al film di legante della mano di attacco o della membrana impermeabilizzante sottostante. L'aggiunta di legante modificato deve essere effettuata mediante attrezzature in grado di garantire il rispetto del dosaggio di progetto. La miscelazione dei componenti deve essere tale da garantire la necessaria omogeneità e l'ottenimento dei requisiti prestazionali finali prefissati.

Messa in opera della miscela

La miscela ottenuta verrà stesa mediante idonea barra finitrice integrata nella macchina di rigenerazione e munita di opportuni sistemi di vibrazione e riscaldamento. L'addensamento dello strato rigenerato verrà realizzato con idonei rulli metallici vibranti di massa non superiore a 10 ton. La temperatura di compattazione del manto rigenerato misurata subito dietro la piastra non deve essere inferiore a 110°C in tutto il suo spessore.

A lavoro ultimato il manto rigenerato dovrà risultare perfettamente ancorato allo strato sottostante. La superficie finita dovrà risultare perfettamente sagomata, priva di sgranature o irregolarità ed esente da difetti dovuti a fenomeni di segregazione degli elementi litoidi più grossi e di concentrazione anomala di legante.

Controllo dei requisiti di accettazione

I controlli si differenziano in funzione del tipo di conglomerato da riciclare.

Conglomerati chiusi

Poiché il ripristino funzionale in questi casi è legato ai valori di aderenza e macrorugosità, tali parametri dovranno risultare a fine intervento analoghi a quelli delle pavimentazioni previste in capitolato. Saranno accettati valori

inferiori qualora l'aumento del valore di CAT rispetto alla situazione esistente prima della rigenerazione sia almeno pari al 80% di quanto previsto nel presente capitolato per pavimentazioni analoghe.

Le misure di aderenza e macrorugosità verranno eseguite conformemente al capitolato di riferimento.

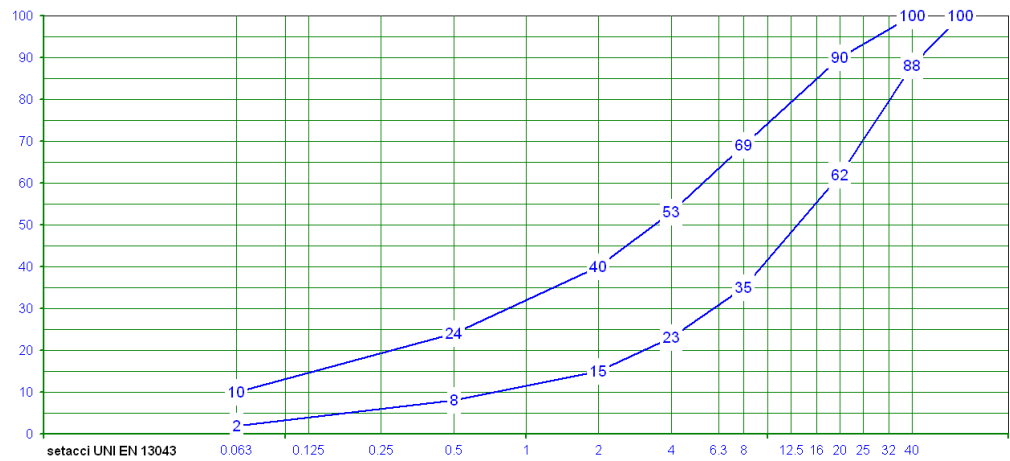
Conglomerati drenanti

Per i tappeti drenanti il ripristino funzionale è legato al rinnovo della capacità drenante associato comunque a valori di CAT sufficienti.

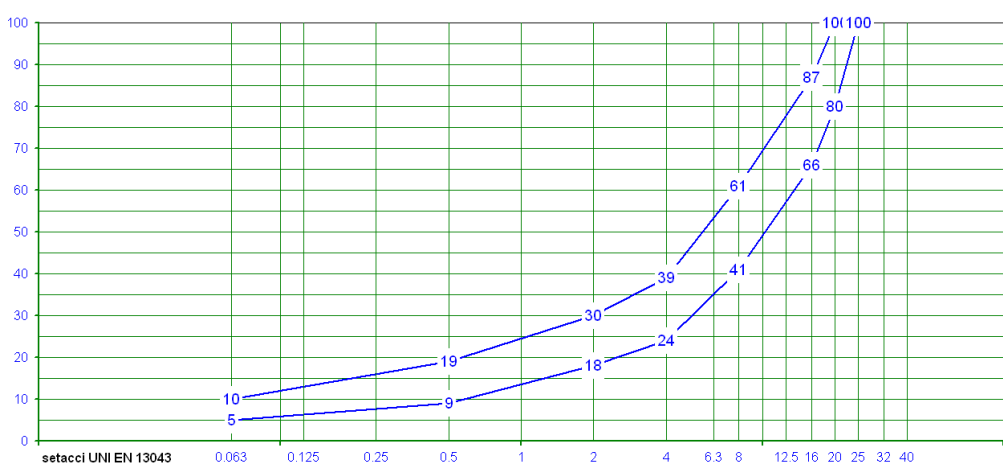
Pertanto si provvederà a misurare la capacità drenante media, eseguita in sito e misurata con permeametro a colonna d'acqua, la quale dovrà risultare conforme agli obiettivi indicati dal progetto preliminare, approvato dalla D.L., in funzione del tipo di pavimentazione che viene rigenerata e dei miglioramenti ottenibili. Sulle singole rilevazioni, saranno accettati valori inferiori rispetto al capitolato per pavimentazioni drenanti qualora l'aumento della permeabilità sia almeno pari al 100% rispetto al valore minimo esistente prima della rigenerazione.

Per quanto riguarda aderenza e macrorugosità, vale quanto detto con riferimento ai conglomerati chiusi.

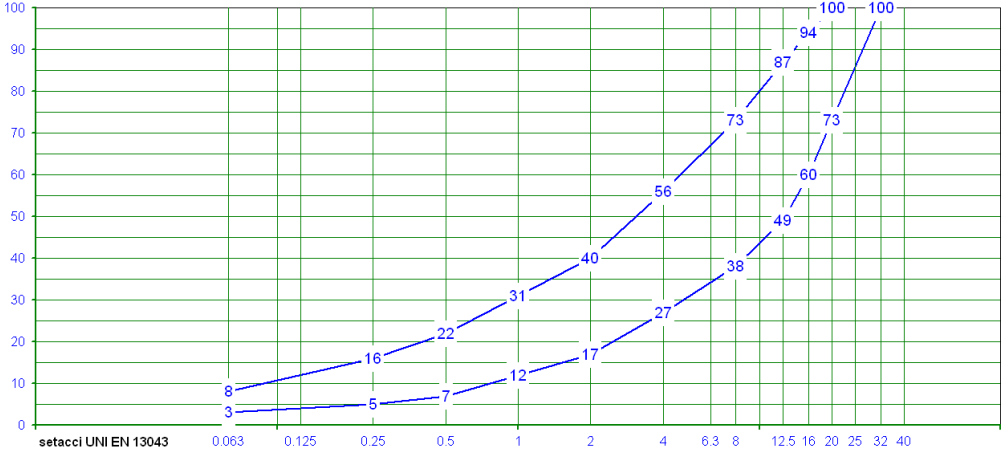
MISTO GRANULOMETRICAMENTE STABILIZZATO

AGGREGATI		
GROSSO ($> 2 \text{ mm}$) coefficiente di frammentazione (Los Angeles) sensibilità al gelo FINO ($< 2 \text{ mm}$) limite liquido limite plastico indice plastico equivalente in sabbia		$\leq 30\%$ (LA ₃₀) ≤ 20 ≤ 25 n.d. n.d. 40 ÷ 65
MISCELA		
indice CBR Modulo di deformazione M'_d sotto carico di piastra Ø300 mm		$\geq 30\%$ $\geq 80 \text{ Mpa}$
		63 100 40 88-100 20 62-90 8 35-69 4 23-53 2 15-40 0.50 8-24 0.063 2-10

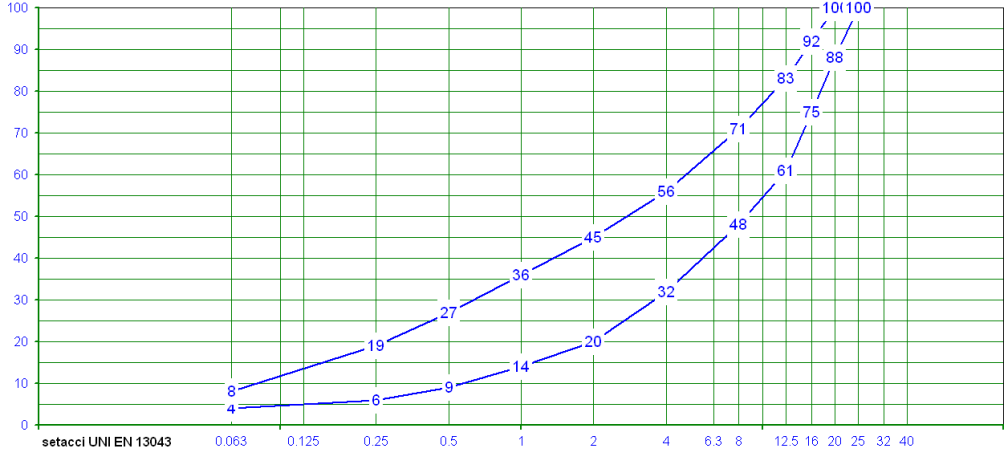
MISTO CEMENTATO PER STRATO DI FONDAZIONE

AGGREGATI		
<u>GROSSO</u> ($> 2\text{ mm}$) % di frantumato coefficiente di frammentazione (Los Angeles) sensibilità al gelo <u>FINO</u> ($< 2\text{ mm}$) limite liquido limite plastico indice plastico equivalente in sabbia		$\geq 40\%$ $\leq 30\%$ (LA₃₀) ≤ 30 ≤ 25 n.d. n.d. 30 ÷ 60
LEGANTE		
— CEM I – cemento Portland — CEM III – cemento d’altoforno; — CEM IV – cemento pozzolanico.		32.5 N 32.5 N 32.5 N
MISCELA		
Resistenza a compressione a 7 gg. resistenza a trazione indiretta Modulo di deformazione M’ _d sotto carico di piastra Ø300 mm (tra 3 e 12 ore)		4 ÷ 7 MPa $\geq 0.25\text{ MPa}$ $\geq 150\text{ Mpa}$
		25 20 16 8 4 2 0.50 0.063 100 80-100 66-87 41-61 24-39 18-30 9-19 5-10

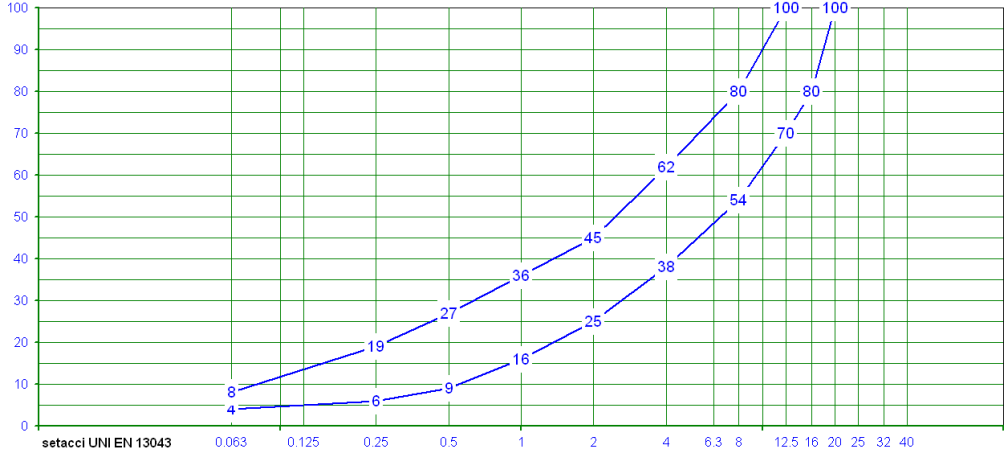
CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATO DI BASE

AGGREGATI	
• GROSSO ($> 2 \text{ mm}$) % di frantumato coefficiente di frammentazione (Los Angeles) • FINO ($< 2 \text{ mm}$) % di frantumato limite liquido limite plastico equivalente in sabbia • ADDITIVI (filler) passante al setaccio 0,25 mm UNI EN 13043 (via umida) passante al setaccio 0,125 mm UNI EN 13043 (via umida) passante al setaccio 0,063 mm UNI EN 13043 (via umida)	$\geq 70\%$ $\leq 25\%$ (LA₂₅) $\geq 70\%$ ≤ 25 n.d. ≥ 50 100 p.p. ≥ 90 p.p. ≥ 85 p.p.
LEGANTE	
Penetrazione a 25°C Punto di rammollimento (palla- anello) Punto di rottura Fraass, massimo viscosità a 60° C penetrazione residua dopo R.T.F.O.T., min. Punto di rammollimento dopo R.T.F.O.T., min. Solubilità in solv. organici, minima	50-70 dmm 46-54° C - 8° C 145 Pa s 50 dmm 48° C 99%
CONGLOMERATO BITUMINOSO	
Stabilità Marshall Rigidezza Marshall Percentuale dei vuoti su provini Marshall (75 colpi per faccia) Percentuale dei vuoti su provini confezionati con pressa giratoria (D _G) Percentuale di addensamento Modulo di rigidezza a 20° C (IT CY)	8 ÷ 12 kN 2,5 ÷ 4 kN/mm 3 ÷ 6% 3 ÷ 6% 95% da definire dallo studio formulazione
	32 100 20 73-100 16 60-94 12.5 49-87 8 38-73 4 27-56 2 17-40 1 12-31 0.50 7-22 0.25 5-16 0.063 3-8 % bitume : 3.8 ÷ 4.5

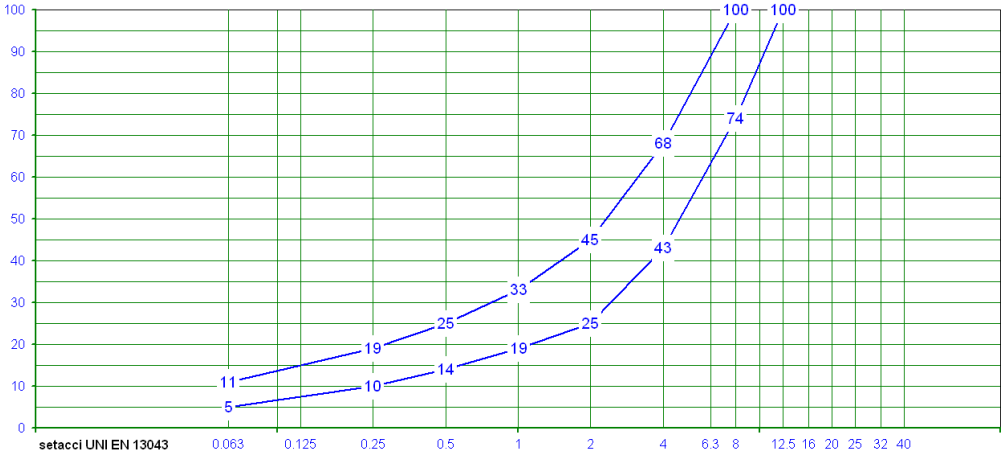
CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATO DI COLLEGAMENTO

AGGREGATI • <u>GROSSO</u> ($> 2 \text{ mm}$) % di frantumato coefficiente di frammentazione (Los Angeles) indice di appiattimento indice di forma • <u>FINO</u> ($< 2 \text{ mm}$) % di frantumato equivalente in sabbia • <u>ADDITIVI</u> (filler) passante al setaccio 0,25 mm UNI EN 13043 (via umida) passante al setaccio 0,125 mm UNI EN 13043 (via umida) passante al setaccio 0,063 mm UNI EN 13043 (via umida)	100% $\leq 25\%$ (LA ₂₅) $< 17\%$ (FI ₂₀) $< 20\%$ (SI ₂₀) $\geq 100\%$ ≥ 60 100 p.p. ≥ 90 p.p. ≥ 85 p.p.																						
LEGANTE Penetrazione a 25°C Punto di rammollimento (palla- anello) Punto di rottura Fraass, massimo viscosità a 60° C penetrazione residua dopo R.T.F.O.T., min. Punto di rammollimento dopo R.T.F.O.T., min. Solubilità in solv. organici, minima	50-70 dmm 46-54° C - 8° C 145 Pa s 50 dmm 48° C 99%																						
CONGLOMERATO BITUMINOSO Stabilità Marshall Rigidezza Marshall Percentuale dei vuoti su provini Marshall (75 colpi per faccia) Percentuale dei vuoti su provini confezionati con pressa giratoria (D _G) Percentuale di addensamento Modulo di rigidezza a 20° C (IT CY)	10 ÷ 16 kN 3 ÷ 5 kN/mm 3 ÷ 6% 3 ÷ 6% 97% <i>da definire dallo studio formulazione</i>																						
 setacci UNI EN 13043 0.063 0.125 0.25 0.5 1 2 4 6.3 8 12.5 16 20 25 32 40 100 90 80 70 60 50 40 30 20 10 0 8 4 19 6 9 14 20 32 36 45 56 71 83 92 100 100 88 75 61 48 32 20 14 9 6 4	<table border="0"> <tr> <td>25</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>88-100</td> </tr> <tr> <td>16</td> <td>75-92</td> </tr> <tr> <td>12.5</td> <td>61-83</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>48-71</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>32-56</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>20-45</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>14-36</td> </tr> <tr> <td>0.50</td> <td>9-27</td> </tr> <tr> <td>0.25</td> <td>6-19</td> </tr> <tr> <td>0.063</td> <td>4-8</td> </tr> </table> % bitume : 4.5 ÷ 5.0	25	100	20	88-100	16	75-92	12.5	61-83	8	48-71	4	32-56	2	20-45	1	14-36	0.50	9-27	0.25	6-19	0.063	4-8
25	100																						
20	88-100																						
16	75-92																						
12.5	61-83																						
8	48-71																						
4	32-56																						
2	20-45																						
1	14-36																						
0.50	9-27																						
0.25	6-19																						
0.063	4-8																						

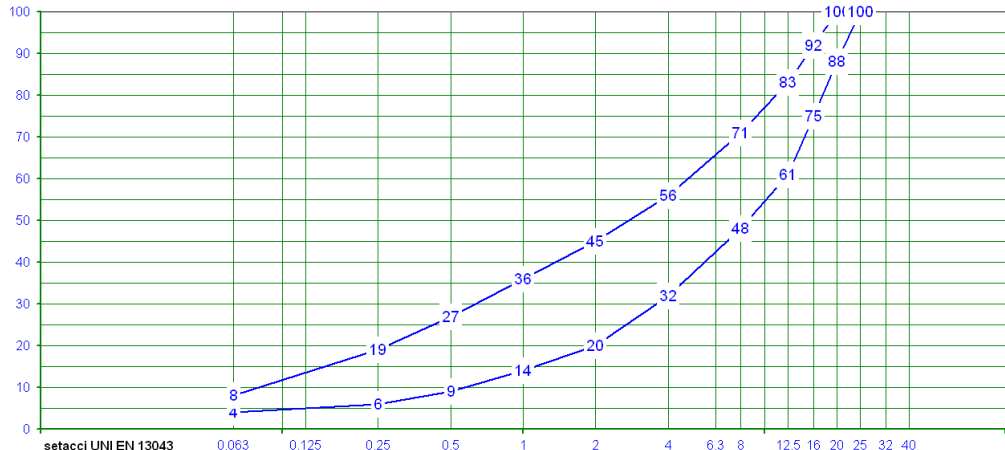
CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATO DI COLLEGAMENTO PER RISAGOME

AGGREGATI • <u>GROSSO</u> ($> 2 \text{ mm}$) % di frantumato coefficiente di frammentazione (Los Angeles) indice di appiattimento indice di forma • <u>FINO</u> ($< 2 \text{ mm}$) % di frantumato equivalente in sabbia • <u>ADDITIVI</u> (filler) passante al setaccio 0,25 mm UNI EN 13043 (via umida) passante al setaccio 0,125 mm UNI EN 13043 (via umida) passante al setaccio 0,063 mm UNI EN 13043 (via umida)	100% $\leq 25\%$ (LA ₂₅) $< 17\%$ (FI ₂₀) $< 20\%$ (SI ₂₀) $\geq 100\%$ ≥ 60 100 p.p. ≥ 90 p.p. ≥ 85 p.p.																				
LEGANTE Penetrazione a 25°C Punto di rammollimento (palla- anello) Punto di rottura Fraass, massimo viscosità a 60° C penetrazione residua dopo R.T.F.O.T., min. Punto di rammollimento dopo R.T.F.O.T., min. Solubilità in solv. organici, minima	50-70 dmm 46-54° C - 8° C 145 Pa.s 50 dmm 48° C 99%																				
CONGLOMERATO BITUMINOSO Stabilità Marshall Rigidezza Marshall Percentuale dei vuoti su provini Marshall (75 colpi per faccia) Percentuale dei vuoti su provini confezionati con pressa giratoria (D _G) Percentuale di addensamento Modulo di rigidezza a 20° C (IT CY)	10 ÷ 16 kN 3 ÷ 5 kN/mm 3 ÷ 6% 3 ÷ 6% 97% <i>da definire dallo studio formulazione</i>																				
 setacci UNI EN 13043 0.063 0.125 0.25 0.5 1 2 4 6.3 8 12.5 16 20 25 32 40 100 90 80 70 60 50 40 30 20 10 0 8 4 19 6 9 16 25 38 45 36 62 54 70 80 100 100	<table border="0"> <tr> <td>20</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>16</td> <td>80-100</td> </tr> <tr> <td>12.5</td> <td>70-100</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>54-80</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>38-62</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>25-45</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>16-36</td> </tr> <tr> <td>0.50</td> <td>9-27</td> </tr> <tr> <td>0.25</td> <td>6-19</td> </tr> <tr> <td>0.063</td> <td>4-8</td> </tr> </table> % bitume : 4.5 ÷ 5.5	20	100	16	80-100	12.5	70-100	8	54-80	4	38-62	2	25-45	1	16-36	0.50	9-27	0.25	6-19	0.063	4-8
20	100																				
16	80-100																				
12.5	70-100																				
8	54-80																				
4	38-62																				
2	25-45																				
1	16-36																				
0.50	9-27																				
0.25	6-19																				
0.063	4-8																				

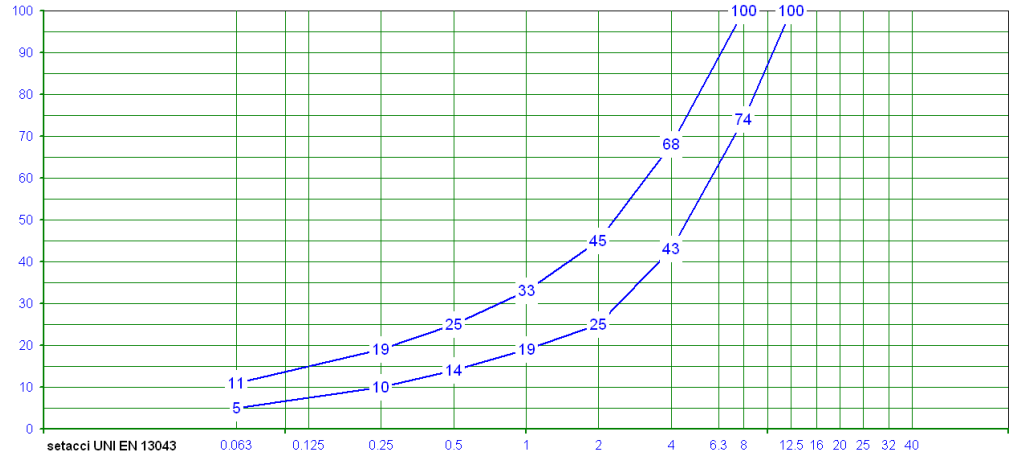
CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATO DI USURA

AGGREGATI <u>GROSSO</u> ($> 2 \text{ mm}$) % di frantumato - coefficiente di frammentazione (Los Angeles) - coefficiente di levigabilità accelerata (CLA) - indice di appiattimento - indice di forma <u>FINO</u> ($< 2 \text{ mm}$) % di frantumato - equivalente in sabbia <u>ADDITIVI</u> (filler) - passante al setaccio 0,25 mm UNI EN 13043 (via umida) - passante al setaccio 0,125 mm UNI EN 13043 (via umida) - passante al setaccio 0,063 mm UNI EN 13043 (via umida)	100% $\leq 20\%$ (LA ₂₀) ≥ 0.42 (PSV ₄₂) $< 12\%$ (FI ₁₅) $< 15\%$ (SI ₁₅) $\geq 100\%$ ≥ 80 100 p.p. ≥ 90 p.p. ≥ 85 p.p.																
LEGANTE Penetrazione a 25°C Punto di rammollimento (palla- anello) Punto di rottura Fraass, massimo viscosità a 60° C penetrazione residua dopo R.T.F.O.T., min. Punto di rammollimento dopo R.T.F.O.T., min. Solubilità in solv. organici, minima	50-70 dmm 46-54° C - 8° C 145 Pa·s 50 dmm 48° C 99%																
CONGLOMERATO BITUMINOSO Stabilità Marshall Rigidezza Marshall Percentuale dei vuoti su provini Marshall (75 colpi per faccia) Percentuale dei vuoti su provini confezionati con pressa giratoria (D _g) Percentuale di addensamento Modulo di rigidezza a 20° C (IT CY) C.A.T. (Coefficiente Aderenza Trasversale) x 100 M.P.D. (Mean Profile Depth) I.R.I. (International Roughness Index)	12 ÷ 16 kN 3 ÷ 5 kN/mm 3 ÷ 6% 3 ÷ 6% 97% <i>da definire dallo studio formulazione</i> ≥ 55 $\geq 0.40 \text{ mm}$ $\leq 1.2 \text{ mm/m}$																
	<table border="0"> <tr> <td>12.5</td><td>100</td></tr> <tr> <td>8</td><td>74-100</td></tr> <tr> <td>4</td><td>43-68</td></tr> <tr> <td>2</td><td>25-45</td></tr> <tr> <td>1</td><td>19-33</td></tr> <tr> <td>0.50</td><td>14-25</td></tr> <tr> <td>0.25</td><td>10-19</td></tr> <tr> <td>0.063</td><td>5-11</td></tr> </table> % bitume : 5.2 ÷ 5.8	12.5	100	8	74-100	4	43-68	2	25-45	1	19-33	0.50	14-25	0.25	10-19	0.063	5-11
12.5	100																
8	74-100																
4	43-68																
2	25-45																
1	19-33																
0.50	14-25																
0.25	10-19																
0.063	5-11																

CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATO DI COLLEGAMENTO CON BITUME "HARD"

AGGREGATI																								
<u>GROSSO</u> ($> 2\text{ mm}$) % di frantumato coefficiente di frammentazione (Los Angeles) indice di appiattimento indice di forma <u>FINO</u> ($< 2\text{ mm}$) % di frantumato equivalente in sabbia <u>ADDITIVI</u> (filler) passante al setaccio 0,25 mm UNI EN 13043 (via umida) passante al setaccio 0,125 mm UNI EN 13043 (via umida) passante al setaccio 0,063 mm UNI EN 13043 (via umida)		100% $\leq 25\%$ (LA₂₅) $< 17\%$ (FI₂₀) $< 20\%$ (SI₂₀) $\geq 100\%$ ≥ 60 100 p.p. ≥ 90 p.p. ≥ 85 p.p.																						
LEGANTE																								
Penetrazione a 25°C Punto di rammollimento (palla- anello) Punto di rottura Fraass, massimo viscosità a 160° C ritorno elastico a 25° C stabilità allo stoccaggio: penetrazione stabilità allo stoccaggio: Δ rammollimento punto di rammollimento dopo R.T.F.O.T., Δ penetrazione residua dopo R.T.F.O.T., min.		50-70 dmm 70-85° C $\leq - 16^\circ\text{ C}$ 0.4 ÷ 0.8 Pa s ≥ 90 $< 5\text{ dmm}$ $< 3^\circ\text{ C}$ $\leq 10^\circ\text{ C}$ $\geq 60\text{ dmm}$																						
CONGLOMERATO BITUMINOSO																								
Stabilità Marshall Rigidezza Marshall Percentuale dei vuoti su provini Marshall (75 colpi per faccia) Percentuale dei vuoti su provini confezionati con pressa giratoria (D _G) Percentuale di addensamento Modulo di rigidezza a 20° C (IT CY)		$> 13\text{ kN}$ $3 \div 5\text{ kN/mm}$ $3 \div 6\%$ $3 \div 6\%$ 97% <i>da definire dallo studio formulazione</i>																						
		<table><tr><td>25</td><td>100</td></tr><tr><td>20</td><td>88-100</td></tr><tr><td>16</td><td>75-92</td></tr><tr><td>12.5</td><td>61-83</td></tr><tr><td>8</td><td>48-71</td></tr><tr><td>4</td><td>32-56</td></tr><tr><td>2</td><td>20-45</td></tr><tr><td>1</td><td>14-36</td></tr><tr><td>0.50</td><td>9-27</td></tr><tr><td>0.25</td><td>6-19</td></tr><tr><td>0.063</td><td>4-8</td></tr></table> % bitume : 4.5 ÷ 5.5	25	100	20	88-100	16	75-92	12.5	61-83	8	48-71	4	32-56	2	20-45	1	14-36	0.50	9-27	0.25	6-19	0.063	4-8
25	100																							
20	88-100																							
16	75-92																							
12.5	61-83																							
8	48-71																							
4	32-56																							
2	20-45																							
1	14-36																							
0.50	9-27																							
0.25	6-19																							
0.063	4-8																							

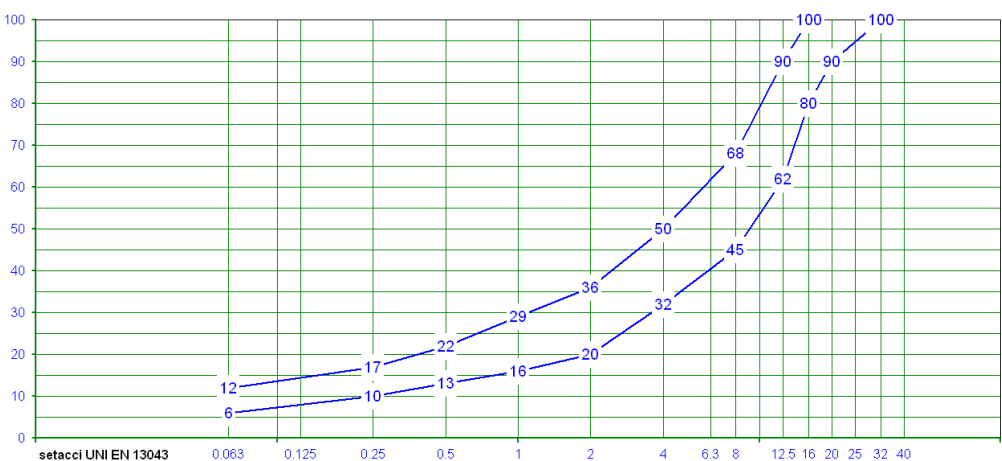
CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATO DI USURA CON BITUME "HARD"

AGGREGATI GROSSO ($> 2 \text{ mm}$) % di frantumato - coefficiente di frammentazione (Los Angeles) - coefficiente di levigabilità accelerata (CLA) - indice di appiattimento - indice di forma FINO ($< 2 \text{ mm}$) % di frantumato - equivalente in sabbia ADDITIVI (filler) - passante al setaccio 0,25 mm UNI EN 13043 (via umida) - passante al setaccio 0,125 mm UNI EN 13043 (via umida) - passante al setaccio 0,063 mm UNI EN 13043 (via umida)	100% $\leq 20\%$ (LA ₂₀) ≥ 0.45 (PSV ₄₄) $< 12\%$ (FI ₁₅) $< 15\%$ (SI ₁₅) $\geq 100\%$ ≥ 80 100 p.p. ≥ 90 p.p. ≥ 85 p.p.																
LEGANTE Penetrazione a 25°C Punto di rammollimento (palla- anello) Punto di rottura Fraass, massimo viscosità a 160° C ritorno elastico a 25° C stabilità allo stoccaggio: penetrazione stabilità allo stoccaggio: Δ rammollimento punto di rammollimento dopo R.T.F.O.T., Δ penetrazione residua dopo R.T.F.O.T., min.	50-70 dmm 70-85° C $\leq - 16^\circ \text{ C}$ $0.4 \div 0.8 \text{ Pas}$ ≥ 90 $< 5 \text{ dmm}$ $< 3^\circ \text{ C}$ $\leq 10^\circ \text{ C}$ $\geq 60 \text{ dmm}$																
CONGLOMERATO BITUMINOSO Stabilità Marshall Rigidezza Marshall Percentuale dei vuoti su provini Marshall (75 colpi per faccia) Percentuale dei vuoti su provini confezionati con pressa giratoria (D_G) Percentuale di addensamento Resistenza a trazione indiretta Deformazione a prova d'impronta Modulo di rigidezza a 20° C (IT CY) C.A.T. (Coefficiente Aderenza Trasversale) x 100 M.P.D. (Mean Profile Depth) I.R.I. (International Roughness Index)	$> 14 \text{ kN}$ $3 \div 5 \text{ kN/mm}$ $3 \div 6\%$ $3 \div 6\%$ 97% $> 0.7 \cdot 10^{-3} \text{ GPa}$ $< 2 \text{ mm}$ <i>da definire dallo studio formulazione</i> ≥ 55 $\geq 0.40 \text{ mm}$ $\leq 1.2 \text{ mm/m}$																
	<table border="0"> <tr> <td>12.5</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>74-100</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>43-68</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>25-45</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>19-33</td> </tr> <tr> <td>0.50</td> <td>14-25</td> </tr> <tr> <td>0.25</td> <td>10-19</td> </tr> <tr> <td>0.063</td> <td>5-11</td> </tr> </table> % bitume : 5.2 ÷ 5.8	12.5	100	8	74-100	4	43-68	2	25-45	1	19-33	0.50	14-25	0.25	10-19	0.063	5-11
12.5	100																
8	74-100																
4	43-68																
2	25-45																
1	19-33																
0.50	14-25																
0.25	10-19																
0.063	5-11																

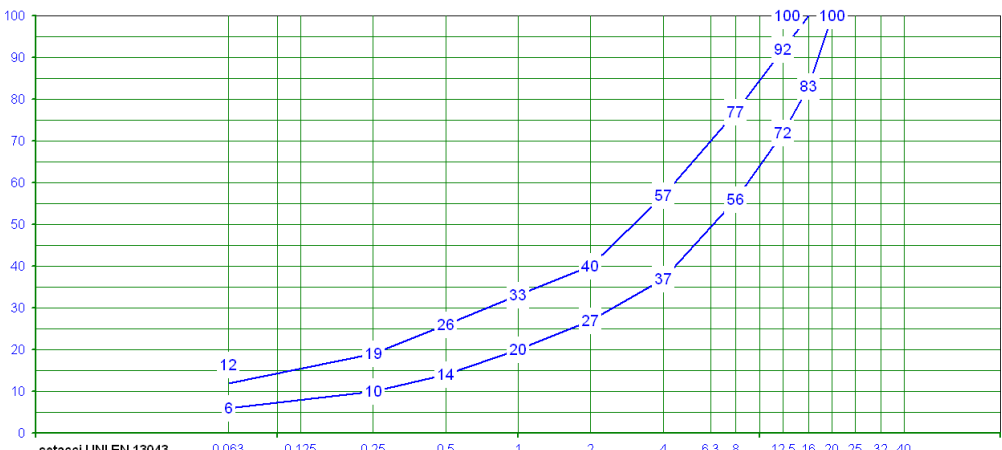
CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATO DI USURA CON GRANULATO DI GOMMA

AGGREGATI			
<u>GROSSO</u> ($> 2\text{ mm}$) % di frantumato coefficiente di frammentazione (Los Angeles) coefficiente di levigabilità accelerata (CLA) indice di appiattimento indice di forma <u>FINO</u> ($< 2\text{ mm}$) % di frantumato equivalente in sabbia <u>ADDITIVI</u> (filler) passante al setaccio 0,25 mm UNI EN 13043 (via umida) passante al setaccio 0,125 mm UNI EN 13043 (via umida) passante al setaccio 0,063 mm UNI EN 13043 (via umida)		100% $\leq 18\%$ (LA₂₀) ≥ 0.45 (PSV₅₀) $< 12\%$ (FI₁₅) $< 15\%$ (SI₁₅) $\geq 100\%$ ≥ 80 100 p.p. ≥ 90 p.p. ≥ 85 p.p.	
GRANULATO		LEGANTE tecnologia Wet	
Setaccio 1 mm100 Setaccio 0.5 mm62-84 Setaccio 0.25 mm5-25 Setaccio 0.063 mm0-5		Pen. 25° C15-25 dmm P.A.≥ 54 Viscosità a 175° C1.5 ÷ 5.0 Pen. dopo RTFOT≥ 60 aumento P.A. dopo RTFOT≤ 12	
CONGLOMERATO BITUMINOSO			
Stabilità Marshall Rigidezza Marshall Percentuale dei vuoti su provini Marshall (75 colpi per faccia) Percentuale dei vuoti su provini confezionati con pressa giratoria (D_G) Percentuale di addensamento Resistenza a trazione indiretta Deformazione a prova d'impronta Modulo di rigidezza a 20° C (IT CY) C.A.T. (Coefficiente Aderenza Trasversale) x 100 M.P.D. (Mean Profile Depth) I.R.I. (International Roughness Index)		$> 14\text{ kN}$ $3 \div 5\text{ kN/mm}$ $3 \div 6\%$ $3 \div 6\%$ 97% $> 0.7 \cdot 10^{-3}\text{ GPa}$ $< 2\text{ mm}$ <i>da definire dallo studio</i> <i>formulazione</i> ≥ 55 $\geq 0.40\text{ mm}$ $\leq 1.2\text{ mm/m}$	
		12.5100 874-100 443-68 225-45 119-33 0.5014-25 0.2510-19 0.0635-11	
		% bitume : 5.5 ÷ 6.5	

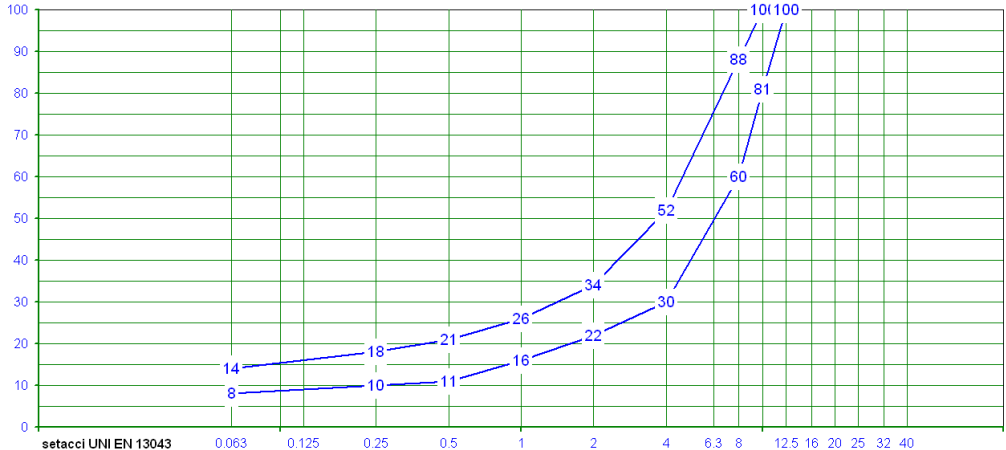
CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATO DI BASE ALTO MODULO

AGGREGATI • <u>GROSSO</u> ($> 2 \text{ mm}$) % di frantumato coefficiente di frammentazione (Los Angeles) • <u>FINO</u> ($< 2 \text{ mm}$) % di frantumato coefficiente di frammentazione (Los Angeles) equivalente in sabbia • <u>ADDITIVI</u> (filler) passante al setaccio 0,25 mm UNI EN 13043 (via umida) passante al setaccio 0,125 mm UNI EN 13043 (via umida) passante al setaccio 0,063 mm UNI EN 13043 (via umida)	$\geq 70 \%$ $\leq 22 \%$ (LA ₂₅) $\geq 70 \%$ ≤ 25 ≥ 80 100 p.p. ≥ 90 p.p. ≥ 85 p.p.																						
LEGANTE Penetrazione a 25°C Punto di rammollimento (palla- anello) Punto di rottura Fraass, massimo viscosità dinamica a 100° C viscosità dinamica a 160° C ritorno elastico a 25° C variazione su penetrazione dopo "tuben test" variazione su punto di rammollimento dopo "tuben test"	20-40 dmm 60-80° C $\leq - 16^\circ \text{ C}$ $50 \div 100 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ $0.5 \div 1.0 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ > 90 $< 5 \text{ dmm}$ $< 3^\circ \text{ C}$																						
CONGLOMERATO BITUMINOSO Stabilità Marshall Rigidezza Marshall Percentuale dei vuoti su provini Marshall (75 colpi per faccia) Percentuale dei vuoti su provini confezionati con pressa giratoria (D _G) Percentuale di addensamento Modulo di rigidezza a 20° C (IT CY)	$\geq 18 \text{ kN}$ $\geq 3 \text{ kN/mm}$ $1 \div 4\%$ $1 \div 4\%$ 95% $> 7000 \text{ MPa}$																						
	<table border="0"> <tr> <td>32</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>90-100</td> </tr> <tr> <td>16</td> <td>80-100</td> </tr> <tr> <td>12.5</td> <td>62-90</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>45-68</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>32-50</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>20-36</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>16-29</td> </tr> <tr> <td>0.50</td> <td>13-22</td> </tr> <tr> <td>0.25</td> <td>10-17</td> </tr> <tr> <td>0.063</td> <td>6-12</td> </tr> </table> % bitume : 4.8 ÷ 6.0	32	100	20	90-100	16	80-100	12.5	62-90	8	45-68	4	32-50	2	20-36	1	16-29	0.50	13-22	0.25	10-17	0.063	6-12
32	100																						
20	90-100																						
16	80-100																						
12.5	62-90																						
8	45-68																						
4	32-50																						
2	20-36																						
1	16-29																						
0.50	13-22																						
0.25	10-17																						
0.063	6-12																						

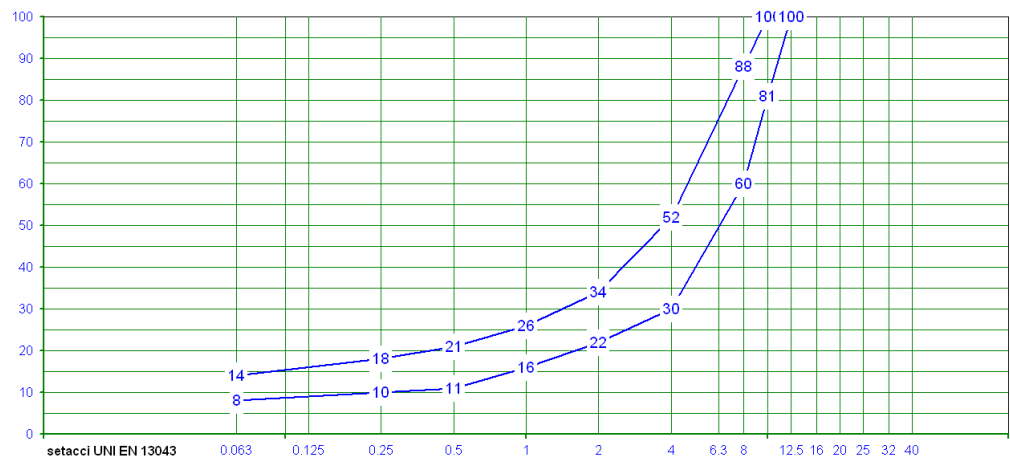
CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATO DI COLLEGAMENTO ALTO MODULO

AGGREGATI • <u>GROSSO</u> ($> 2 \text{ mm}$) % di frantumato coefficiente di frammentazione (Los Angeles) • <u>FINO</u> ($< 2 \text{ mm}$) % di frantumato coefficiente di frammentazione (Los Angeles) equivalente in sabbia • <u>ADDITIVI</u> (filler) passante al setaccio 0,25 mm UNI EN 13043 (via umida) passante al setaccio 0,125 mm UNI EN 13043 (via umida) passante al setaccio 0,063 mm UNI EN 13043 (via umida)	$\geq 70\%$ $\leq 22\%$ (LA ₂₅) $\geq 70\%$ ≤ 25 ≥ 80 100 p.p. ≥ 90 p.p. ≥ 85 p.p.																				
LEGANTE Penetrazione a 25°C Punto di rammollimento (palla- anello) Punto di rottura Fraass, massimo viscosità dinamica a 100° C viscosità dinamica a 160° C ritorno elastico a 25° C variazione su penetrazione dopo "tuben test" variazione su punto di rammollimento dopo "tuben test"	20-40 dmm 60-80° C $\leq - 16^\circ \text{ C}$ 50 ÷ 100 Pa.s 0.5 ÷ 1.0 Pa.s > 90 $< 5 \text{ dmm}$ $< 3^\circ \text{ C}$																				
CONGLOMERATO BITUMINOSO Stabilità Marshall Rigidezza Marshall Percentuale dei vuoti su provini Marshall (75 colpi per faccia) Percentuale dei vuoti su provini confezionati con pressa giratoria (D _G) Percentuale di addensamento Modulo di rigidezza a 20° C (IT CY)	$\geq 18 \text{ kN}$ $\geq 3 \text{ kN/mm}$ 1 ÷ 4% 1 ÷ 4% 95% $> 7000 \text{ MPa}$																				
	<table border="0"> <tr> <td>20</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>16</td> <td>83-100</td> </tr> <tr> <td>12.5</td> <td>72-92</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>56-77</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>37-57</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>27-40</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>20-33</td> </tr> <tr> <td>0.50</td> <td>14-26</td> </tr> <tr> <td>0.25</td> <td>10-19</td> </tr> <tr> <td>0.063</td> <td>6-12</td> </tr> </table> % bitume : 5.2 ÷ 6.5	20	100	16	83-100	12.5	72-92	8	56-77	4	37-57	2	27-40	1	20-33	0.50	14-26	0.25	10-19	0.063	6-12
20	100																				
16	83-100																				
12.5	72-92																				
8	56-77																				
4	37-57																				
2	27-40																				
1	20-33																				
0.50	14-26																				
0.25	10-19																				
0.063	6-12																				

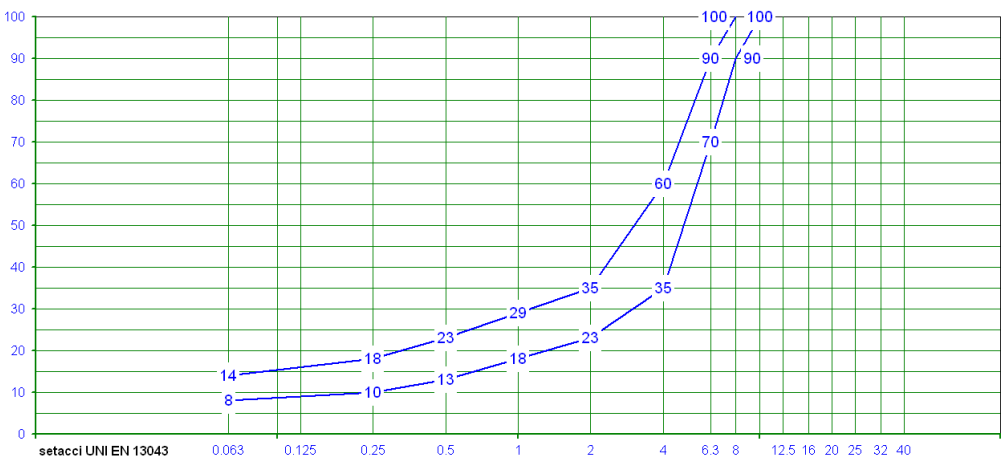
CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATO DI USURA SMA ALTO MODULO

AGGREGATI GROSSO ($> 2 \text{ mm}$) % di frantumato coefficiente di frammentazione (Los Angeles) coefficiente di levigabilità accelerata (CLA) indice di appiattimento indice di forma FINO ($< 2 \text{ mm}$) % di frantumato equivalente in sabbia ADDITIVI (filler) passante al setaccio 0,25 mm UNI EN 13043 (via umida) passante al setaccio 0,125 mm UNI EN 13043 (via umida) passante al setaccio 0,063 mm UNI EN 13043 (via umida)	100% $\leq 18\%$ (LA ₂₀) ≥ 0.45 (PSV ₅₀) $< 12\%$ (FI ₁₅) $< 15\%$ (SI ₁₅) $\geq 100\%$ ≥ 80 100 p.p. ≥ 90 p.p. ≥ 85 p.p.																		
LEGANTE Penetrazione a 25°C Punto di rammollimento (palla- anello) Punto di rottura Fraass, massimo viscosità dinamica a 100° C viscosità dinamica a 160° C ritorno elastico a 25° C variazione su penetrazione dopo "tuben test" variazione su punto di rammollimento dopo "tuben test"	20-40 dmm 60-80° C $\leq - 16^\circ \text{ C}$ $50 \div 100 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ $0.5 \div 1.0 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ > 90 $< 5 \text{ dmm}$ $< 3^\circ \text{ C}$																		
CONGLOMERATO BITUMINOSO Stabilità Marshall Rigidezza Marshall Percentuale dei vuoti su provini Marshall (75 colpi per faccia) Percentuale dei vuoti su provini confezionati con pressa giratoria (D _G) Percentuale di addensamento Modulo di rigidezza a 20° C (IT CY) C.A.T. (Coefficiente Aderenza Trasversale) x 100 M.P.D. (Mean Profile Depth) I.R.I. (International Roughness Index)	$\geq 18 \text{ kN}$ $\geq 3 \text{ kN/mm}$ $1 \div 4\%$ $1 \div 4\%$ 97% $> 7000 \text{ MPa}$ ≥ 60 $\geq 0.80 \text{ mm}$ $\leq 1.2 \text{ mm/m}$																		
 setacci UNI EN 13043 0.063 0.125 0.25 0.5 1 2 4 6.3 8 12.5 16 20 25 32 40 100 90 80 70 60 50 40 30 20 10 0 14 8 18 10 21 11 26 16 34 22 52 30 88 60 100 81 100	<table border="0"> <tr> <td>12,5</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>81-100</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>60-88</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>30-52</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>22-34</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>16-26</td> </tr> <tr> <td>0.50</td> <td>11-21</td> </tr> <tr> <td>0.25</td> <td>10-18</td> </tr> <tr> <td>0.063</td> <td>8-14</td> </tr> </table> % bitume : 5.5 ÷ 7.0	12,5	100	10	81-100	8	60-88	4	30-52	2	22-34	1	16-26	0.50	11-21	0.25	10-18	0.063	8-14
12,5	100																		
10	81-100																		
8	60-88																		
4	30-52																		
2	22-34																		
1	16-26																		
0.50	11-21																		
0.25	10-18																		
0.063	8-14																		

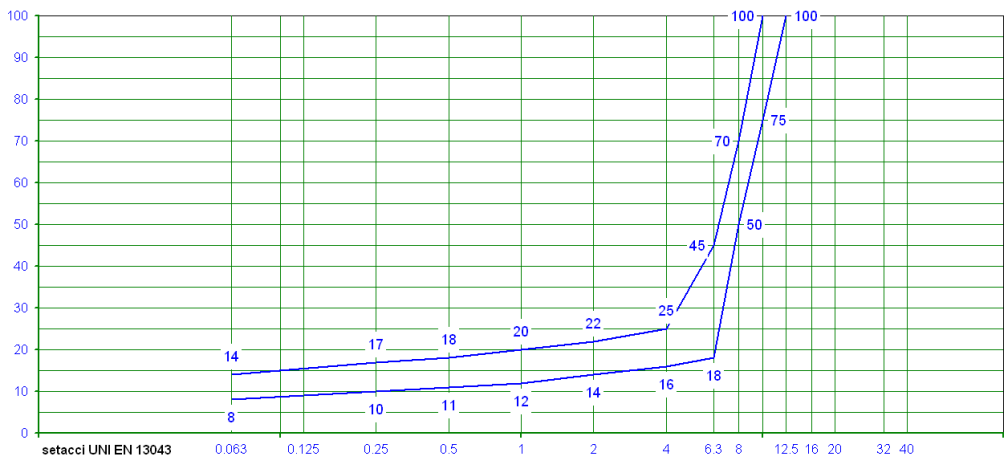
CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATO DI USURA SMA 12

AGGREGATI GROSSO ($> 2 \text{ mm}$) % di frantumato - coefficiente di frammentazione (Los Angeles) - coefficiente di levigabilità accelerata (CLA) - indice di appiattimento - indice di forma FINO ($< 2 \text{ mm}$) % di frantumato - equivalente in sabbia ADDITIVI (filler) - passante al setaccio 0,25 mm UNI EN 13043 (via umida) - passante al setaccio 0,125 mm UNI EN 13043 (via umida) - passante al setaccio 0,063 mm UNI EN 13043 (via umida)	100% $\leq 20\%$ (LA ₂₀) ≥ 0.45 (PSV ₄₄) $< 12\%$ (FI ₁₅) $< 15\%$ (SI ₁₅) $\geq 100\%$ ≥ 80 100 p.p. ≥ 90 p.p. ≥ 85 p.p.																				
LEGANTE Penetrazione a 25°C Punto di rammollimento (palla- anello) Punto di rottura Fraass, massimo viscosità a 100° C viscosità a 160° C ritorno elastico a 25° C stabilità allo stoccaggio: penetrazione stabilità allo stoccaggio: Δ rammollimento	45-55 dmm 75-85° C $\leq - 16^\circ \text{ C}$ $> 70 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ $0.5 \div 0.8 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ $> 95\%$ $< 5 \text{ dmm}$ $< 3^\circ \text{ C}$																				
CONGLOMERATO BITUMINOSO Stabilità Marshall Rigidezza Marshall Percentuale dei vuoti su provini Marshall (75 colpi per faccia) Percentuale dei vuoti su provini confezionati con pressa giratoria (D_G) Percentuale di addensamento Modulo di rigidezza a 20° C (IT CY) C.A.T. (Coefficiente Aderenza Trasversale) M.P.D. (Mean Profile Depth) I.R.I. (International Roughness Index)	$\geq 13 \text{ kN}$ $2,5 \div 4 \text{ kN/mm}$ $1 \div 4\%$ $1 \div 4\%$ 97% <i>da definire dallo studio formulazione</i> ≥ 60 $\geq 0.80 \text{ mm}$ $\leq 1.2 \text{ mm/m}$																				
 setacci UNI EN 13043 <table border="1" data-bbox="1200 1361 1493 1908"> <thead> <tr> <th>setacci UNI EN 13043</th> <th>% bitume</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>12,5</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>81-100</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>60-88</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>30-62</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>22-34</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>16-26</td> </tr> <tr> <td>0.50</td> <td>11-21</td> </tr> <tr> <td>0.25</td> <td>10-18</td> </tr> <tr> <td>0.063</td> <td>8-14</td> </tr> </tbody> </table> % bitume : 5.5 ÷ 7.0	setacci UNI EN 13043	% bitume	12,5	100	10	81-100	8	60-88	4	30-62	2	22-34	1	16-26	0.50	11-21	0.25	10-18	0.063	8-14	
setacci UNI EN 13043	% bitume																				
12,5	100																				
10	81-100																				
8	60-88																				
4	30-62																				
2	22-34																				
1	16-26																				
0.50	11-21																				
0.25	10-18																				
0.063	8-14																				

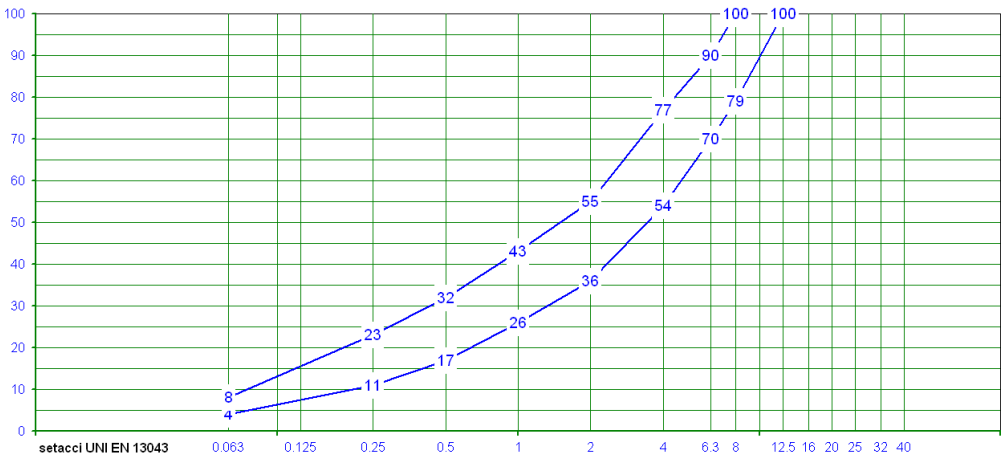
CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATO DI USURA SMA 8

AGGREGATI GROSSO ($> 2 \text{ mm}$) % di frantumato coefficiente di frammentazione (Los Angeles) coefficiente di levigabilità accelerata (CLA) indice di appiattimento indice di forma FINO ($< 2 \text{ mm}$) % di frantumato equivalente in sabbia ADDITIVI (filler) passante al setaccio 0,25 mm UNI EN 13043 (via umida) passante al setaccio 0,125 mm UNI EN 13043 (via umida) passante al setaccio 0,063 mm UNI EN 13043 (via umida)	100% $\leq 20\%$ (LA ₂₀) ≥ 0.45 (PSV ₄₄) $< 12\%$ (FI ₁₅) $< 15\%$ (SI ₁₅) $\geq 100\%$ ≥ 80 100 p.p. ≥ 90 p.p. ≥ 85 p.p.																		
LEGANTE Penetrazione a 25°C Punto di rammollimento (palla- anello) Punto di rottura Fraass, massimo viscosità a 100° C viscosità a 160° C ritorno elastico a 25° C stabilità allo stoccaggio: penetrazione stabilità allo stoccaggio: Δ rammollimento	45-55 dmm 75-85° C $\leq - 16^\circ \text{ C}$ $> 70 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ $0.5 \div 0.8 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ $> 95\%$ $< 5 \text{ dmm}$ $< 3^\circ \text{ C}$																		
CONGLOMERATO BITUMINOSO Stabilità Marshall Rigidezza Marshall Percentuale dei vuoti su provini Marshall (75 colpi per faccia) Percentuale dei vuoti su provini confezionati con pressa giratoria (D _G) Percentuale di addensamento Modulo di rigidezza a 20° C (IT CY) C.A.T. (Coefficiente Aderenza Trasversale) M.P.D. (Mean Profile Depth) I.R.I. (International Roughness Index)	$\geq 13 \text{ kN}$ $2,5 \div 4 \text{ kN/mm}$ $1 \div 4\%$ $1 \div 4\%$ 97% <i>da definire dallo studio formulazione</i> ≥ 60 $\geq 0.80 \text{ mm}$ $\leq 1.2 \text{ mm/m}$																		
 <table border="1" data-bbox="1204 1444 1484 1724"> <tbody> <tr> <td>10</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>90-100</td> </tr> <tr> <td>6.3</td> <td>70-90</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>35-60</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>23-35</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>18-29</td> </tr> <tr> <td>0.50</td> <td>13-23</td> </tr> <tr> <td>0.25</td> <td>10-18</td> </tr> <tr> <td>0.063</td> <td>8-14</td> </tr> </tbody> </table> % bitume : 5.5 ÷ 7.0	10	100	8	90-100	6.3	70-90	4	35-60	2	23-35	1	18-29	0.50	13-23	0.25	10-18	0.063	8-14	
10	100																		
8	90-100																		
6.3	70-90																		
4	35-60																		
2	23-35																		
1	18-29																		
0.50	13-23																		
0.25	10-18																		
0.063	8-14																		

CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATO DI USURA ANTISKID

AGGREGATI • <u>GROSSO</u> ($> 2 \text{ mm}$) % di frantumato coefficiente di frammentazione (Los Angeles) coefficiente di levigabilità accelerata (CLA) indice di appiattimento indice di forma • <u>FINO</u> ($< 2 \text{ mm}$) % di frantumato equivalente in sabbia • <u>ADDITIVI</u> (filler) passante al setaccio 0,25 mm UNI EN 13043 (via umida) passante al setaccio 0,125 mm UNI EN 13043 (via umida) passante al setaccio 0,063 mm UNI EN 13043 (via umida)	100% $\leq 15\%$ (LA_{15}) ≥ 0.45 (PSV_{50}) $< 12\%$ (FI_{15}) $< 15\%$ (SI_{15}) $\geq 100\%$ ≥ 80 100 p.p. ≥ 90 p.p. ≥ 85 p.p.																				
LEGANTE Penetrazione a 25°C Punto di rammollimento (palla- anello) Punto di rottura Fraass, massimo viscosità a 100°C viscosità a 160°C ritorno elastico a 25°C stabilità allo stoccaggio: penetrazione stabilità allo stoccaggio: Δ rammollimento	55-65 dmm $80-90^\circ\text{C}$ $\leq - 19^\circ\text{C}$ $75 \div 120 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ $0.6 \div 0.8 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ $> 95\%$ $< 5 \text{ dmm}$ $< 3^\circ\text{C}$																				
CONGLOMERATO BITUMINOSO Stabilità Marshall Rigidezza Marshall Percentuale dei vuoti su provini Marshall (75 colpi per faccia) Percentuale dei vuoti su provini confezionati con pressa giratoria (D_G) Percentuale di addensamento Modulo di rigidezza a 20°C (IT CY) C.A.T. (Coefficiente Aderenza Trasversale) x100 M.P.D. (Mean Profile Depth) I.R.I. (International Roughness Index)	$\geq 13 \text{ kN}$ $2,5 \div 4 \text{ kN/mm}$ $8 \div 12\%$ $8 \div 12\%$ 97% <i>da definire dallo studio formulazione</i> ≥ 65 $\geq 1.0 \text{ mm}$ $\leq 1.2 \text{ mm/m}$																				
	<table border="0"> <tr> <td>12.5</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>75-100</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>50-70</td> </tr> <tr> <td>6.3</td> <td>18-45</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>16-25</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>14-22</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>12-20</td> </tr> <tr> <td>0.50</td> <td>11-18</td> </tr> <tr> <td>0.25</td> <td>10-17</td> </tr> <tr> <td>0.063</td> <td>8-14</td> </tr> </table> % bitume : $5.2 \div 5.8$	12.5	100	10	75-100	8	50-70	6.3	18-45	4	16-25	2	14-22	1	12-20	0.50	11-18	0.25	10-17	0.063	8-14
12.5	100																				
10	75-100																				
8	50-70																				
6.3	18-45																				
4	16-25																				
2	14-22																				
1	12-20																				
0.50	11-18																				
0.25	10-17																				
0.063	8-14																				

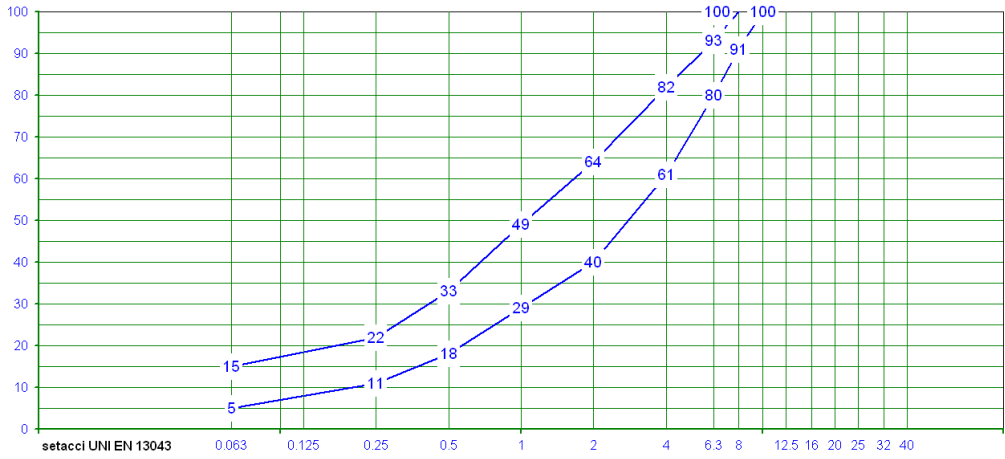
SLURRY SEAL 9 mm

AGGREGATI																			
<u>GROSSO</u> ($> 2 \text{ mm}$) % di frantumato coefficiente di frammentazione (Los Angeles) coefficiente di levigabilità accelerata (CLA) indice di appiattimento indice di forma <u>FINO</u> ($< 2 \text{ mm}$) % di frantumato equivalente in sabbia <u>ADDITIVI</u> (cemento Portland)	100% $\leq 15\%$ (LA_{15}) ≥ 0.48 (PSV_{50}) $< 12\%$ (FI_{15}) $< 15\%$ (SI_{15}) $\geq 85\%$ ≥ 80																		
EMULSIONE BITUMINOSA MODIFICATA																			
<u>LEGANTE RESIDUO</u> contenuto Penetrazione a 25°C Punto di rammollimento (palla- anello) Punto di rottura Fraass, massimo viscosità a 80°C	60% 50-70 dmm $55-65^{\circ}\text{C}$ $\leq - 15^{\circ}\text{C}$ $80 \div 130 \text{ Pas}$																		
MALTA BITUMINOSA																			
C.A.T. (Coefficiente Aderenza Trasversale) x100 M.P.D. (Mean Profile Depth) I.R.I. (International Roughness Index)	≥ 65 $\geq 1.0 \text{ mm}$ $\leq 1.2 \text{ mm/m}$																		
	<table border="0"> <tr> <td>12.5</td><td>100</td></tr> <tr> <td>8</td><td>79-100</td></tr> <tr> <td>6.3</td><td>70-90</td></tr> <tr> <td>4</td><td>54-77</td></tr> <tr> <td>2</td><td>36-55</td></tr> <tr> <td>1</td><td>12-20</td></tr> <tr> <td>0.50</td><td>11-18</td></tr> <tr> <td>0.25</td><td>10-17</td></tr> <tr> <td>0.063</td><td>8-14</td></tr> </table> dosaggio : 13 kg/m^2 % legante : $5.5 \div 7.5$	12.5	100	8	79-100	6.3	70-90	4	54-77	2	36-55	1	12-20	0.50	11-18	0.25	10-17	0.063	8-14
12.5	100																		
8	79-100																		
6.3	70-90																		
4	54-77																		
2	36-55																		
1	12-20																		
0.50	11-18																		
0.25	10-17																		
0.063	8-14																		

SLURRY SEAL 6 mm

AGGREGATI																			
GROSSO ($> 2 \text{ mm}$) % di frantumato - coefficiente di frammentazione (Los Angeles) - coefficiente di levigabilità accelerata (CLA) - indice di appiattimento - indice di forma FINO ($< 2 \text{ mm}$) % di frantumato - equivalente in sabbia ADDITIVI (cemento Portland)	100% $\leq 15\%$ (LA_{15}) ≥ 0.48 (PSV_{50}) $< 12\%$ (FI_{15}) $< 15\%$ (SI_{15}) $\geq 85\%$ ≥ 80																		
EMULSIONE BITUMINOSA MODIFICATA																			
LEGANTE RESIDUO contenuto Penetrazione a 25°C Punto di rammollimento (palla- anello) Punto di rottura Fraass, massimo viscosità a 80°C	60% 50-70 dmm $55-65^\circ\text{C}$ $\leq -15^\circ\text{C}$ $80 \div 130 \text{ Pa}\cdot\text{s}$																		
MALTA BITUMINOSA																			
C.A.T. (Coefficiente Aderenza Trasversale) x100 M.P.D. (Mean Profile Depth) I.R.I. (International Roughness Index)	≥ 65 $\geq 1.0 \text{ mm}$ $\leq 1.2 \text{ mm/m}$																		
	<table> <tr> <td>10</td><td>100</td></tr> <tr> <td>8</td><td>91-100</td></tr> <tr> <td>6.3</td><td>80-93</td></tr> <tr> <td>4</td><td>61-82</td></tr> <tr> <td>2</td><td>40-64</td></tr> <tr> <td>1</td><td>29-49</td></tr> <tr> <td>0.50</td><td>18-33</td></tr> <tr> <td>0.25</td><td>11-22</td></tr> <tr> <td>0.063</td><td>5-15</td></tr> </table> dosaggio : $8 \div 15 \text{ kg/m}^2$ % legante : $6.5 \div 8.5$	10	100	8	91-100	6.3	80-93	4	61-82	2	40-64	1	29-49	0.50	18-33	0.25	11-22	0.063	5-15
10	100																		
8	91-100																		
6.3	80-93																		
4	61-82																		
2	40-64																		
1	29-49																		
0.50	18-33																		
0.25	11-22																		
0.063	5-15																		

SLURRY SEAL 4 mm

AGGREGATI • <u>GROSSO</u> ($> 2 \text{ mm}$) % di frantumato coefficiente di frammentazione (Los Angeles) coefficiente di levigabilità accelerata (CLA) indice di appiattimento indice di forma • <u>FINO</u> ($< 2 \text{ mm}$) % di frantumato equivalente in sabbia • <u>ADDITIVI</u> (cemento Portland)	100% $\leq 15\%$ (LA_{15}) ≥ 0.48 (PSV_{50}) $< 12\%$ (FI_{15}) $< 15\%$ (SI_{15}) $\geq 85\%$ ≥ 80																
EMULSIONE BITUMINOSA MODIFICATA • <u>LEGANTE RESIDUO</u> contenuto Penetrazione a 25°C Punto di rammollimento (palla- anello) Punto di rottura Fraass, massimo viscosità a 80°C	60% 50-70 dmm $55-65^\circ\text{C}$ $\leq - 15^\circ\text{C}$ $80 \div 130 \text{ Pa.s}$																
MALTA BITUMINOSA C.A.T. (Coefficiente Aderenza Trasversale) x100 M.P.D. (Mean Profile Depth) I.R.I. (International Roughness Index)	≥ 65 $\geq 1.0 \text{ mm}$ $\leq 1.2 \text{ mm/m}$																
 setacci UNI EN 13043	<table border="0"> <tr> <td>8</td><td>100</td></tr> <tr> <td>6.3</td><td>90-100</td></tr> <tr> <td>4</td><td>80-97</td></tr> <tr> <td>2</td><td>59-84</td></tr> <tr> <td>1</td><td>42-64</td></tr> <tr> <td>0.50</td><td>27-44</td></tr> <tr> <td>0.25</td><td>16-28</td></tr> <tr> <td>0.063</td><td>5-15</td></tr> </table> dosaggio : $7 \div 12 \text{ kg/m}^2$ % legante : $7.5 \div 10.5$	8	100	6.3	90-100	4	80-97	2	59-84	1	42-64	0.50	27-44	0.25	16-28	0.063	5-15
8	100																
6.3	90-100																
4	80-97																
2	59-84																
1	42-64																
0.50	27-44																
0.25	16-28																
0.063	5-15																

CAPO 3 - BARRIERE STRADALI ED OPERE ACCESSORIE

Art. 3.1 PREMESSA - OPERAZIONI PRELIMINARI DI SICUREZZA

Le barriere di sicurezza stradale e i dispositivi di ritenuta sono posti in opera essenzialmente al fine di fornire agli utenti della strada e agli esterni eventualmente presenti, accettabili condizioni di sicurezza in rapporto alla configurazione della strada, garantendo, entro certi limiti, il contenimento dei veicoli che dovessero tendere alla fuoriuscita dalla carreggiata stradale.

Le barriere di sicurezza stradale e gli altri dispositivi di ritenuta devono quindi essere idonei ad assorbire parte dell'energia di cui è dotato il veicolo in movimento, limitando contemporaneamente gli effetti d'urto sui passeggeri.

A seconda della loro destinazione ed ubicazione, le barriere ed altri dispositivi si dividono nei seguenti tipi:

- a) barriere centrali da spartitraffico;
- b) barriere laterali;
- c) barriere per opere d'arte, quali ponti, viadotti, sottovia, muri, ecc.;
- d) barriere o dispositivi per punti singolari, quali barriere per chiusura varchi, attenuatori d'urto per ostacoli fissi, letti di arresto o simili, terminali speciali, dispositivi per zone di approccio ad opere d'arte, dispositivi per zone di transizione e simili.

In particolare le barriere possono essere previste per:

- la delimitazione di strade
- la regolazione del traffico
- la delimitazione di aree di cantiere, di aree riservate o pericolose, di aree di parcheggio
- la delimitazione di percorsi pedonali o ciclabili, deviazioni stradali.

Nel caso di lavori di installazione in presenza di traffico occorrerà predisporre la segnaletica stradale necessaria al fine di deviare il traffico stesso e proteggere il personale dal flusso degli automezzi, nel rispetto delle norme di sicurezza.

Lo scarico degli elementi della barriera stradale dagli automezzi di trasporto potrà avvenire con una gru installata su automezzo o mediante elevatori muniti di forche.

Il personale dovrà essere munito del previsto abbigliamento ad elevata visibilità oltre che di DPI quali scarpe, guanti, occhiali ed in particolari casi di casco, cinture di sicurezza e quanto altro previsto dallo specifico sito e dalle vigenti norme in materia di sicurezza.

Le barriere stradali, di forma e dimensione indicati in progetto, saranno eseguite ovvero installate, se approvvigionate come elementi prefabbricati, lungo il tracciato progettuale o nei luoghi che la Direzione Lavori designerà.

Le barriere di sicurezza potranno essere costituite dalle seguenti caratteristiche tecniche e costruttive:

Art. 3.2 DELIMITAZIONI IN PLASTICA TIPO NEWJERSEY

La barriera stradale tipo NewJersey in polietilene (PE) trova largo impiego in opere di delimitazione stradale temporanea, delimitazione di spazi, parcheggi, piste e simili come pure nella cantieristica urbana.

Attraverso il sistema di fissaggio delle barriere si dovrà consentire la realizzazione di configurazioni lineari, curvilinee e altre forme indicate dal progetto o dalla Direzione Lavori.

Solitamente di colorazione rossa o bianca o secondo prescrizione progettuale, di colore prescritto dal D.LL e dal Committente, le barriere dovranno essere cave per poterle zavorrare e riempire di acqua o sabbia e garantirne la stabilità sul piano stradale.

Le barriere saranno costruite con stampaggio rotazionale senza giunzioni né saldature, in modo da assicurare maggiore durata e resistenza agli agenti atmosferici rispetto alle barriere realizzate con tecniche ad iniezione o accoppiamento.

Tutti i modelli dovranno essere predisposti per il collegamento degli elementi fra loro e con le seguenti caratteristiche:

- Materiale: polietilene ad alta densità;
- Resistenza agli agenti atmosferici e inalterabilità dei colori nel tempo (trattamento anti UV);
- Intervallo temperatura di esercizio: da - 30°C a + 60°C.

Gli elementi della barriera potranno essere forniti, a richiesta, completi di delineatori rifrangenti, di barra di collegamento e predisposizione per l'inserimento di pali per segnaletica verticale.

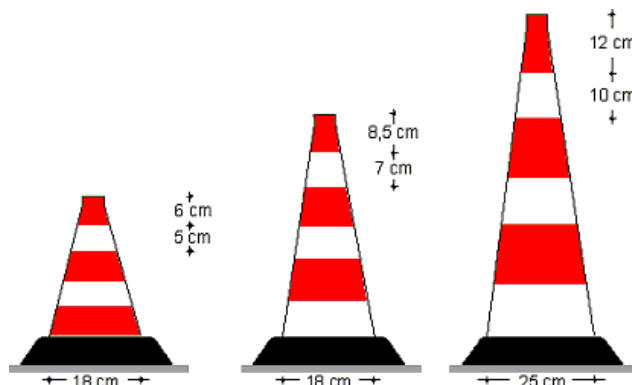
La barriera stradale sarà dotata di due tappi filettati posti rispettivamente nella parte superiore (carico) e nella parte inferiore al fine di scaricare la zavorra (acqua o sabbia).

Art. 3.3 CONI E DELINEATORI FLESSIBILI

Il cono può essere usato per delimitare ed evidenziare zone di lavoro o operazioni di manutenzione stradale di durata non superiore ai due giorni, per il tracciamento di segnaletica orizzontale, incanalamenti temporanei, separazione provvisoria di opposti sensi di marcia e delimitazione di ostacoli provvisori.

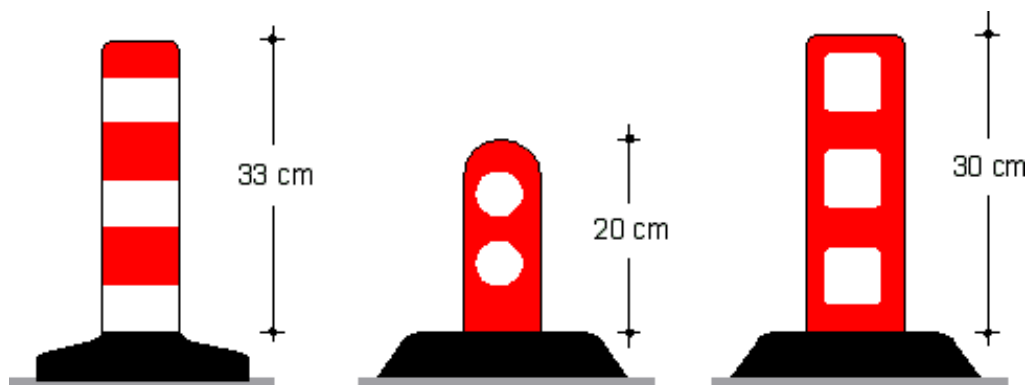
I coni da fornire e posare in opera dovranno essere costituiti da materiali flessibili quali gomma o plastica. Saranno di colore rosso con anelli di colore bianco retroriflettenti e le dimensioni saranno conformi alle indicazioni del Codice della Strada (art. 21 - vedi figura). Il cono dovrà avere una adeguata base di appoggio appesantita dall'interno o dall'esterno per garantirne la stabilità in ogni condizione.

La frequenza di posa sarà di solito di 12 m in rettilineo e di 5 m in curva. Nei centri abitati la frequenza sarà dimezzata, salvo diversa distanza necessaria per particolari situazioni della strada, del traffico o diversa indicazione della Direzione Lavori.



Il **delineatore flessibile** può essere usato per delimitare i sensi di marcia contigui, opposti o paralleli o per delimitare zone di lavoro stradale di durata superiore ai due giorni. I delineatori flessibili, lamellari o cilindrici, dovranno essere costituiti da materiali flessibili quali gomma o plastica; saranno di colore rosso con inserti o anelli di colore bianco retroriflettenti e le dimensioni saranno conformi alle indicazioni del Codice della Strada (art. 21 - vedi figura sotto). La base del delineatore dovrà essere incollabile o altrimenti fissata alla pavimentazione. I delineatori flessibili, se investiti dal traffico, dovranno piegarsi e riprendere la posizione verticale originale senza distaccarsi dalla pavimentazione.

La frequenza di posa sarà di solito 12 m in rettilineo e di 5 m in curva. Nei centri abitati la frequenza sarà dimezzata, salvo diversa distanza necessaria per particolari situazioni della strada, del traffico o diversa indicazione della Direzione Lavori.



Art. 3.4 RALLENTATORI DI VELOCITÀ

Sulla strada, per tutta la larghezza della carreggiata, ovvero per una o più corsie nel senso di marcia interessato, si adotteranno sistemi di rallentamento della velocità costituiti da bande trasversali ad effetto ottico, acustico o vibratorio, ottenibili con opportuni mezzi di segnalamento orizzontale o trattamento della superficie della pavimentazione.

I sistemi di rallentamento ad **effetto ottico** saranno realizzati conformemente alla norma UNI 11154 mediante applicazione in serie di almeno 4 strisce bianche rifrangenti aventi prestazioni minime rispondenti alla norma UNI EN 1436 con larghezza crescente nel senso di marcia e distanziamento decrescente. La prima striscia dovrà avere una larghezza di 20 cm, le successive con incremento di almeno 10 cm di larghezza (vedi figura). In merito alle proprietà dei materiali da utilizzare in tali sistemi si farà riferimento alla norma UNI EN 1871.



Sulla base delle indicazioni progettuali ovvero della Direzione Lavori, i sistemi di rallentamento ad **effetto acustico** saranno realizzati mediante irruvidimento della pavimentazione stradale ottenuta con la scarificazione o incisione superficiale della stessa o con l'applicazione di strati sottili di materiale in rilievo in aderenza, eventualmente integrato con dispositivi rifrangenti. Tali dispositivi possono anche determinare effetti vibratorii di limitata intensità. Sulle strade dove vige un limite di velocità inferiore o uguale ai 50 km/h si potranno adottare **dossì artificiali** evidenziati mediante zebraie gialle e nere parallele alla direzione di marcia, di lunghezza uguale sia per i segni che per gli intervalli, visibili sia di giorno che di notte.

I dossi artificiali potranno essere posti in opera solo su strade residenziali, nei parchi pubblici e privati, nei residences, ecc.; possono essere installati in serie e devono essere presegnalati. Ne è vietato l'impiego sulle strade che costituiscono itinerari preferenziali dei veicoli normalmente impiegati per servizi di soccorso o di pronto intervento.

I dossi di cui sopra, sono costituiti da elementi in rilievo prefabbricati o da ondulazioni della pavimentazione a profilo convesso. In funzione dei limiti di velocità vigenti sulla strada interessata i dossi hanno le seguenti dimensioni:

- a) per limiti di velocità pari o inferiori a 50 km/h: larghezza $\geq$ a 60 cm e altezza $\leq$ a 3 cm;
- b) per limiti di velocità pari o inferiori a 40 km/h: larghezza $\geq$ a 90 cm e altezza $\leq$ a 5 cm;
- c) per limiti di velocità pari o inferiori a 30 km/h: larghezza $\geq$ a 120 cm e altezza $\leq$ a 7 cm.

I tipi a) e b) dovranno essere realizzati in elementi modulari in gomma o materiale plastico, il tipo c) potrà essere realizzato anche in conglomerato. Nella zona interessata dai dossi dovranno essere adottate idonee misure per l'allontanamento delle acque. Nelle installazioni in serie la distanza tra i rallentatori, deve essere compresa tra 20 e 100 m a seconda della sezione adottata.

I rallentatori di velocità prefabbricati dovranno essere fortemente ancorati alla pavimentazione, onde evitare spostamenti o distacchi dei singoli elementi o parte di essi, e dovranno essere facilmente rimovibili. La superficie superiore dei rallentatori sia prefabbricati che strutturali deve essere antisdrucchiabile.

I dispositivi rallentatori di velocità prefabbricati dovranno essere omologati per la circolazione e la sicurezza stradale; la loro installazione sarà resa possibile previa ordinanza dell'ente proprietario della strada che ne determina il tipo e la ubicazione.

CAPO 4 - INTERFERENZE CON SOTTOSERVIZI E SOPRASERVIZI

Art. 4.1 VERIFICA INTERFERENZE CON SOTTOSERVIZI

Durante la stesura del presente progetto sono state inviate, da parte di alcuni degli Enti gestori dei sovra e sottoservizi, alcune planimetrie ed indicazioni relative agli impianti presenti nelle aree oggetto dei lavori. Nonostante ciò, non sono state eseguite investigazioni in sito per il tracciamento delle reti tecnologiche di nessun tipo di servizio.

Come anche indicato nel PSC, è fatto obbligo all'Impresa principale verificare, presso i vari enti, la posizione esatta degli impianti (l'andamento, le quote, le dimensioni e le caratteristiche), richiedendo sopralluogo da parte dei tecnici degli stessi, a suo onere.

Sarà cura ed onere dell'impresa principale, in accordo con la Committenza, richiedere agli Enti erogatori lo spostamento delle linee presenti che dovessero interferire con i lavori in oggetto o la loro messa in sicurezza prima dell'inizio delle lavorazioni.

Si riporta di seguito la lista (non esaustiva) dei potenziali impianti da considerare per la richiesta di segnalazione agli Enti Gestori:

Linee aeree:

- Linee elettriche aeree di alta tensione;
- Linee elettriche aeree di media e bassa tensione;
- Linee telefoniche aeree.

Linee di sottosuolo:

- Linee elettriche interrare di alta tensione;
- Linee elettriche interrate di media e bassa tensione;
- Reti idriche e fognarie;
- Linee telefoniche interrate;
- Rete fibra ottica;
- Rete del gas.

CAPO 5 - ILLUMINAZIONE PUBBLICA ED OPERE ACCESSORIE

Art. 5.1 CARATTERISTICHE GENERALI DELL'IMPIANTO

Durante la fase di scavo dei cavidotti, dei blocchi, dei pozzetti, ecc. dovranno essere approntati tutti i ripari necessari per evitare incidenti ed infortuni a persone, animali o cose per effetto di scavi aperti non protetti.

Durante le ore notturne la segnalazione di scavo aperto o di presenza di cumulo di materiali di risulta o altro materiale sul sedime stradale, dovrà essere di tipo luminoso a fiamma od a sorgente elettrica, tale da evidenziare il pericolo esistente per il transito pedonale e veicolare. Nessuna giustificazione potrà essere addotta dall'Appaltatore per lo spegnimento di dette luci di segnalazione durante la notte anche se causato da precipitazioni meteoriche.

Tutti i ripari (cavalletti, transenne, ecc.) dovranno riportare il nome dell'Appaltatore, il suo indirizzo e numero telefonico. L'inadempienza delle prescrizioni sopra indicate può determinare sia la sospensione dei lavori, sia la risoluzione del contratto qualora l'Appaltatore risulti recidivo per fatti analoghi già accaduti nel presente appalto od anche in appalti precedenti.

Art. 5.1.1 Cavidotti

Nell'esecuzione dei cavidotti saranno tenute le caratteristiche dimensionali e costruttive, nonché i percorsi, indicati nei disegni di progetto. Saranno inoltre rispettate le seguenti prescrizioni:

- Il taglio del tappetino bituminoso e dell'eventuale sottofondo in agglomerato dovrà avvenire mediante l'impiego di un tagliasfalto munito di martello idraulico con vanghetta. Il taglio avrà una profondità minima di 25 cm e gli spazi del manto stradale non tagliato non dovranno superare in lunghezza il 50% del taglio effettuato con la vanghetta idraulica;
- Esecuzione dello scavo in trincea, con le dimensioni indicate nel disegno;
- Fornitura e posa, nel numero stabilito dal disegno, di tubazioni rigide in materiale plastico a sezione circolare, con diametro esterno come da progetto, per il passaggio dei cavi di energia;
- La posa delle tubazioni in plastica del diametro esterno come da progetto verrà eseguita mediante l'impiego di selle di supporto in materiale plastico a uno od a due impronte. Detti elementi saranno posati ad una interdistanza massima di 1,5 m, al fine di garantire il sollevamento dei tubi dal fondo dello scavo ed assicurare in tal modo il completo conglobamento della stessa nel cassonetto di calcestruzzo;
- Formazione di cassonetto in calcestruzzo, a protezione delle tubazioni in plastica; il calcestruzzo sarà superiormente liscio in modo che venga impedito il ristagno d'acqua;
- Il riempimento dello scavo dovrà effettuarsi con materiali di risulta o con ghiaia naturale vagliata, sulla base delle indicazioni fornite dal direttore dei lavori. Particolare cura dovrà porsi nell'operazione di costipamento da effettuarsi con mezzi meccanici; l'operazione di riempimento dovrà avvenire dopo almeno 6 ore dal termine del getto di calcestruzzo;
- Trasporto alla discarica del materiale eccedente.

Art. 5.1.2 Pozzetti con chiusino in ghisa

Nell'esecuzione dei pozzetti saranno mantenute le caratteristiche dimensionali e costruttive, nonché l'ubicazione, indicate nei disegni allegati.

Saranno inoltre rispettate le seguenti prescrizioni:

- Esecuzione dello scavo con misure adeguate alle dimensioni del pozzetto;
- Formazione di platea in calcestruzzo, con fori per il drenaggio dell'acqua;
- Formazione della muratura laterale di contenimento, in mattoni pieni e malta di cemento;
- Conglobamento, nella muratura di mattoni, delle tubazioni in plastica interessate dal pozzetto;
- Sigillature con malta di cemento degli spazi fra muratura e tubo;
- Formazione, all'interno del pozzetto, di rinzafo in malta di cemento grossolanamente liscio;
- Fornitura e posa, su letto di malta di cemento, di chiusino in ghisa, con carico di rottura conforme alle norme UNI EN 124 richiesto dalle condizioni di posa e relativo riquadro ghisa, che garantiranno maggior robustezza e garanzie di durata, aventi le dimensioni indicate sugli elaborati grafici di progetto;
- Riempimento del vano residuo con materiale di risulta o con ghiaia naturale costipati; trasporto alla discarica del materiale eccedente.

Art. 5.1.3 Pozzetti e manufatti in conglomerato cementizio

I pozzetti gettati in opera o prefabbricati saranno costituiti con calcestruzzo secondo norme UNI EN 206 e dovranno corrispondere per dimensioni e caratteristiche costruttive ai disegni di progetto ed alle prescrizioni del relativo articolo di Elenco Prezzi; per quanto riguarda la loro ubicazione si fa riferimento alle planimetrie allegate, salvo le disposizioni che verranno impartite dal Direttore dei Lavori all'atto esecutivo, anche su condotte preesistenti.

Tutti i pozzetti saranno costruiti in conglomerato cementizio vibrato meccanicamente ed armato in misura adeguata in modo da sopportare i carichi prescritti.

La loro esecuzione dovrà risultare a perfetta regola d'arte gettati entro appositi stampi in modo da raggiungere una perfetta compattezza dell'impasto e presentare le superfici interne completamente lisce, senza alcun vespaio. Il periodo della stagionatura prima della posa in opera dei pozzetti prefabbricati non dovrà essere inferiore a 10 giorni. I fori di passaggio delle tubazioni attraverso le pareti, saranno perfettamente stuccati ad assestamento avvenuto, con malta di cemento plastico in modo da risultare a perfetta tenuta d'acqua. Tutti i pozzetti saranno muniti di chiusini in funzione della loro ubicazione e destinazione.

Art. 5.1.4 Pali di illuminazione pubblica

I pali per illuminazione pubblica devono essere conformi alle norme UNI-EN 40 e aventi marcatura CE. Dovrà curarsi il perfetto allineamento nel senso orizzontale, la perfetta posa in opera verticale in modo che la sommità di ogni sostegno venga a trovarsi all'altezza prefissata.

PALI IN ACCIAIO

È previsto l'impiego di pali d'acciaio secondo norma UNI EN 40-5 e UNI EN 10219-1 e 2, a sezione circolare, forma conica o rastremata (UNI EN 40-2), e se saldati longitudinalmente, secondo norma UNI EN 1011-1 e UNI EN 1011-2.

Tutte le caratteristiche dimensionali ed i particolari costruttivi sono indicati nei disegni di progetto allegati.

Per la protezione di tutte le parti in acciaio (pali, portello, guida d'attacco, braccio e codoli) è richiesta la zincatura a caldo secondo la norma CEI 7-6.

Il percorso dei cavi nei blocchi e nell'asola inferiore dei pali sino alla morsettiera di connessione, dovrà essere protetto tramite uno o più tubi in PVC flessibile serie pesante di idoneo diametro, posato all'atto della collocazione dei pali stessi entro i fori predisposti nei blocchi di fondazione medesimi.

Per il sostegno degli apparecchi di illuminazione su mensola o a cima-palo dovranno essere impiegati bracci in acciaio o codoli zincati a caldo secondo Norma CEI 7-6 ed aventi le caratteristiche dimensionali indicate in progetto.

I processi di saldatura devono essere conformi alle norme UNI EN 1011-1 e 2; UNI EN ISO 15607, UNI EN ISO 15609-1 e UNI EN ISO 15614-1.

PALI IN ALLUMINIO

È previsto l'impiego di pali in alluminio secondo norma UNI EN 40-6, a sezione circolare, forma conica o rastremata (UNI EN 40-2).

Tutte le caratteristiche dimensionali ed i particolari costruttivi sono indicati nei disegni di progetto allegati.

Per la protezione di tutte le eventuali parti in acciaio (portelli, guida d'attacco, e codoli) è richiesta la zincatura a caldo secondo la norma CEI 7-6.

Il percorso dei cavi nei blocchi e nell'asola inferiore dei pali sino alla morsettiera di connessione, dovrà essere protetto tramite uno o più tubi in PVC flessibile serie pesante di idoneo diametro, posato all'atto della collocazione dei pali stessi entro i fori predisposti nei blocchi di fondazione medesimi.

Per il sostegno degli apparecchi di illuminazione su mensola o a cima-palo dovranno essere impiegati bracci in alluminio o codoli aventi le caratteristiche dimensionali indicate in progetto.

PALI IN COMPOSITI POLIMERICI FIBRORINFORZATI

È previsto l'impiego di pali in compositi polimerici fibrorinforzati secondo norma UNI EN 40-7, a sezione circolare, forma conica o rastremata (UNI EN 40-2).

Tutte le caratteristiche dimensionali ed i particolari costruttivi sono indicati nei disegni di progetto allegati.

Il percorso dei cavi nei blocchi e nell'asola inferiore dei pali sino alla morsettiera di connessione, dovrà essere protetto tramite uno o più tubi in PVC flessibile serie pesante di idoneo diametro, posato all'atto della collocazione dei pali stessi entro i fori predisposti nei blocchi di fondazione medesimi.

Per il sostegno degli apparecchi di illuminazione su mensola o a cima-palo dovranno essere impiegati bracci in vetroresina aventi le caratteristiche dimensionali indicate in progetto.

Art. 5.1.5 Corpi illuminanti

Le sorgenti luminose utilizzate negli impianti di illuminazione per aree esterne devono possedere in maniera imprescindibile le seguenti caratteristiche:

- Elevata efficienza luminosa;
- Elevata affidabilità;
- Lunga durata di funzionamento;
- Compatibilità ambientale (collegata principalmente al problema dello smaltimento delle sorgenti esauste).

Inoltre nel caso di applicazioni legate all'ambiente urbano diventano prioritari anche i seguenti requisiti:

- Tonalità della luce (temperatura di colore);
- Indice di resa cromatica.

Corpi illuminanti a LED

Acronimo di "Diodo ad Emissione Luminosa" (*Light Emitting Diode*) il **LED** è una lampada nella quale la luce è prodotta, direttamente o indirettamente, mediante un diodo ad emissione luminosa alimentato con corrente di alimentazione statica o variabile.

La Temperatura di colore secondo requisito illuminotecnico è espressa in gradi K.

Il vano ottico sarà costituito da involucro in acciaio zincato/alluminio pressofuso/FRP/vetroresina conforme alla descrizione in Elenco Prezzi ed alle direttive di protezione CEI EN 60529, completo di vetro temperato di spessore minimo 4 mm resistente agli shock termici e agli urti (secondo prove UNI EN 12150-1).

Il Gruppo ottico sarà composto da LED monocromatico di colore White (Bianco).

Caratteristiche tecniche

Gli apparecchi illuminanti saranno conformi alle norme CEI EN 60598-1 e CEI EN 60598-2-3 ed in particolare:

- Classe di Protezione IP $\geq$ 54;
- Omologazione ENEC;
- IMQ Performance;
- Classe isolamento II;
- Vita media LED a Ta 25°C $\geq$ 70000 h;
- Vita media elettronica a Ta 25°C $\geq$ 90000 h;
- Gruppo di alimentazione e gruppo ottico estraibili con connettori ad innesto rapido;
- Funzionamento del prodotto al 100% per Temperatura Ambiente da -20° C a + 36° C;
- Fotocellula crepuscolare;
- Viti esterne di attacco in acciaio inox (se previste dal modello proposto).

Art. 5.1.6 Linee cavo

L'Appaltatore dovrà provvedere alla fornitura ed alla posa in opera dei cavi relativi al circuito di alimentazione di energia. Tutti i cavi saranno rispondenti alla norma CEI 20-13 e CEI 20-22 e varianti e dovranno disporre di certificazione IMQ od equivalente. Nelle tavole allegate sono riportati schematicamente il percorso, la sezione ed il numero dei conduttori. L'Appaltatore dovrà attenersi scrupolosamente a quanto indicato nei disegni, salvo eventuali diverse prescrizioni del Direttore dei Lavori.

Art. 5.1.7 Giunzioni - Derivazioni - Guaine isolanti

La derivazione per l'alimentazione degli apparecchi di illuminazione, in cavo bipolare, sarà effettuata con l'impiego di cassetta di connessione in classe II collocata nell'alloggiamento predisposto con transito nella medesima dei cavi unipolari di dorsale. La salita all'asola dei cavi unipolari sarà riservata unicamente alla fase interessata ed al neutro escludendo le restanti due fasi; per tratti di dorsali rilevanti dovrà essere previsto altresì un sezionamento dell'intera linea facendo transitare le tre fasi ed il neutro in una cassetta di connessione collocata nell'asola di un palo secondo indicazione del Direttore dei Lavori. Per le giunzioni o derivazioni su cavo unipolare, con posa in cavidotto, è previsto l'impiego di muffole o similare. Dette muffole saranno posate esclusivamente nei pozzetti in muratura o prefabbricati.

Come detto, tutti i conduttori infilati entro i pali e bracci metallici, saranno ulteriormente protetti, agli effetti del doppio isolamento, da una guaina isolante di diametro adeguato; tale guaina dovrà avere rigidità dielettrica idonea; il tipo di guaina isolante dovrà comunque essere approvato dal Direttore dei Lavori.

Art. 5.1.8 Distanze di rispetto dei cavi interrati

I cavi interrati in prossimità di altri cavi o di tubazioni metalliche di servizi (gas, telecomunicazioni, ecc.) o di strutture metalliche particolari, come cisterne per depositi di carburante, devono osservare prescrizioni particolari e distanze minime di rispetto come da normativa vigente.

CAPO 6 - CRITERI AMBIENTALI MINIMI

Ai sensi dell'art. 57 del d.lgs. 36/2023 recante "Clausole sociali del bando di gara e degli avvisi e criteri di sostenibilità energetica e ambientale" si provvede ad inserire nella documentazione progettuale e di gara pertinente, le specifiche tecniche e le clausole contrattuali contenute nei decreti di riferimento agli specifici CAM.

Il D.M. 23 giugno 2022 (G.U. n. 183 del 6 agosto 2022) stabilisce i Criteri Ambientali Minimi per l'affidamento del servizio di progettazione ed esecuzione dei lavori di interventi edilizi.

Il Decreto 5 agosto 2024 (GU Serie Generale n.197 del 23-08-2024) stabilisce Adozione dei criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di progettazione ed esecuzione dei lavori di costruzione, manutenzione e adeguamento delle infrastrutture stradali (CAM Strade).

Al riguardo la Stazione Appaltante effettua una valutazione del ciclo di vita degli edifici (life cycle assessment – LCA) a monte delle scelte progettuali e dei materiali mirando a:

- Ridurre l'impatto ambientale prodotto degli edifici, usando le risorse in modo efficiente e circolare;
- Contenere le emissioni di CO2 attraverso la realizzazione di infrastrutture verdi e l'utilizzo di materiali da costruzione organici;
- Incentivare il recupero, il riciclo e il riutilizzo dei materiali anche in altri settori.

Ambito di applicazione dei CAM ed esclusioni

Le disposizioni del D.M. 23 giugno 2022 si applicano a tutti gli interventi edilizi di lavori disciplinati dal Codice dei Contratti pubblici, ai sensi dell'art. 3 comma 1 lettera nn), oo quater) e oo quinquies) e precisamente:

- **Attività di costruzione, demolizione, recupero, ristrutturazione urbanistica ed edilizia, sostituzione, restauro, manutenzione di opere;**
- **Manutenzione ordinaria;**
- **Manutenzione straordinaria.**

Per gli interventi edilizi che non riguardano interi edifici, i CAM si applicano limitatamente ai capitoli "2.5-Specifiche tecniche per i prodotti da costruzione" e "2.6-Specifiche tecniche progettuali relative al cantiere".

Le presenti disposizioni **si applicano** agli edifici ricadenti nell'ambito della **disciplina recante il codice dei beni culturali e del paesaggio**, nonché a quelli di valore storico-culturale e testimoniale individuati dalla pianificazione urbanistica, ad esclusione dei singoli criteri ambientali (minimi o premianti) che non siano compatibili con gli interventi di conservazione da realizzare, a fronte di specifiche a sostegno della non applicabilità nella relazione tecnica di progetto, riportando i riferimenti normativi dai quali si deduca la non applicabilità degli stessi.

I criteri contenuti in questo documento, in base a quanto previsto dell'art. 57 del d.lgs. 36/2023:

- Costituiscono criteri progettuali obbligatori che il progettista affidatario o gli uffici tecnici della stazione appaltante (nel caso in cui il progetto sia redatto da progettisti interni) utilizzano per la redazione del progetto di fattibilità tecnico-economica e dei successivi livelli di progettazione;
- Costituiscono criteri progettuali obbligatori che l'operatore economico utilizza per la redazione del progetto definitivo o esecutivo nei casi consentiti dal Codice dei Contratti o di affidamento congiunto di progettazione ed esecuzione lavori, sulla base del progetto posto a base di gara.

Tra le prestazioni tecniche di cui agli artt. 14 a 43 del D.P.R. 5 ottobre 2010 n. 207, è prevista la redazione di una **"Relazione tecnica e relativi elaborati di applicazione CAM"**, di seguito, **"Relazione CAM"**, in cui il progettista indica, per ogni criterio, le scelte progettuali inerenti le modalità di applicazione, integrazione di materiali, componenti e tecnologie adottati, l'elenco degli elaborati grafici, schemi, tabelle di calcolo, elenchi ecc. nei quali sia evidenziato lo stato ante operam, degli interventi previsti, i conseguenti risultati raggiungibili e lo stato post operam e che evidenzia il rispetto dei criteri contenuti in questo documento.

Nella relazione CAM il progettista dà evidenza anche delle modalità di contestualizzazione dalle specifiche tecniche alla tipologia di opere oggetto dell'affidamento. Laddove, necessario, il progettista, dà evidenza dei motivi di carattere tecnico che hanno portato all'eventuale applicazione parziale o mancata applicazione delle specifiche tecniche(3), tenendo conto di quanto previsto dell'art. 57 del d.lgs. 36/2023, che prevede l'applicazione obbligatoria delle specifiche tecniche e delle clausole contrattuali.

In tali casi è fornita, nella Relazione tecnica CAM, dettagliata descrizione del contesto progettuale e delle motivazioni tecniche per la parziale o mancata applicazione del o dei criteri contenuti in questo documento.

Resta inteso che le stazioni appaltanti hanno l'obiettivo di applicare sempre e nella misura maggiore possibile i CAM in ottemperanza all'art.34 del decreto legislativo 18 aprile 2016 n. 50.

Il progettista indica, già a partire dal progetto di fattibilità tecnico-economica, i requisiti dei prodotti da costruzione in conformità alle specifiche tecniche contenute nel presente documento e indica, inoltre, i mezzi di prova che l'appaltatore dei lavori dovrà presentare alla direzione lavori.

Verifica dei criteri ambientali e mezzi di prova

Ogni criterio ambientale, è oggetto di apposita "verifica", che viene riportata nella Relazione CAM, che descrive le informazioni, i metodi e la documentazione necessaria per accertarne la conformità.

Vedasi specifica relazione tecnica allegata al Progetto.

FINE.