Comune di
Pogliano Milanese

Comune di Pogliano Milanese
Città Metropolitana di Milano

Progetto per lavori di
"Sistemazione di p.zza Mercato – LOTTO 1".

Progetto Definitivo–Esecutivo

APRILE 2023

DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI
CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO

Bergamo, Aprile 2023

IL PROGETTISTA
*Arch. Andrea Bellocchio

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
* Arch. Giovanna Frediani

* Firma autografa sostituita a mezzo stampa predisposta secondo le disposizioni di cui all'articolo 3 del decreto legislativo 12 dicembre 1993, n. 39. Il documento informatico da cui è tratta la presente copia è conservato nel sistema di gestione documentale del Comune ed è stato firmato digitalmente in conformità alle regole tecniche di cui all'articolo 71 del Codice dell'amministrazione digitale (art. 3bis c. 4-ter, artt. 21 e 71 del decreto legislativo 7 marzo 2005, n. 82).

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

Relativo ai lavori di *"Sistemazione di piazza Mercato – Lotto 1"* sito in Comune di Pogliano Milanese in Piazza Mercato
I lavori consistono sinteticamente in:

- manutenzione straordinaria delle superfici di pavimentazione esistenti (superfici carrabili e marciapiedi) tramite demolizione pavimentazioni marciapiedi e relative cordolature in cemento con sostituzione cordolature con nuove cordolature in cemento, nuove pavimentazioni in asfalto con parziali abbassamenti di quota delle piattaforme, aumento superfici naturali a contorno delle alberature a filare lungo i percorsi pedonali e a margine delle aree di sosta degli autoveicoli; scarifica delle pavimentazioni bituminose delle aree carrabili e di sosta degli autoveicoli con semplice rifacimento dei tappetini, con parziale riduzione delle superfici per parziale ampliamento delle aree verdi e delle aiuole intorno alle alberature;
- predisposizione di cavidotti interrati con relativi pozzetti per nuovi impianti di pubblica illuminazione e videosorveglianza;
- nuovo impianto elettrico a servizio degli ambulanti lato Est dell'area del Mercato e a servizio dell'area provvista di strutture prefabbricate tipo tensostrutture;
- nuovo impianto idrico e di scarico fognario a servizio di n. 2 ambulanti tipo pescheria ambulante;
- messa a dimora di nuove alberature d'alto fusto e messa a dimora di specie arbustive in aree verdi (aiuole) già esistenti e di nuova formazione;
- fornitura e posa di nuovi elementi di arredo urbano (panchine, rastrelliere-portabiciclette,cestini)
- predisposizione allacci per fornitura e posa di nuova tensostruttura (in area Mercato – esclusa dall'appalto);
- formazione nuova segnaletica orizzontale e verticale con estensione del percorso ciclopedonale già esistente sino a via Europa.

Art. 1 OGGETTO DELL'APPALTO

L'appalto ha per oggetto l'esecuzione di tutte le opere e provviste occorrenti per realizzare i lavori Sistemazione di piazza Mercato -Lotto1.

Art. 2 AMMONTARE DELL'APPALTO

L'importo complessivo dei lavori compresi nell'appalto, ammonta presuntivamente ad euro **449.161,61 (euro quattrocentoquarantanovemilacentosessantuno/61)**, e comprende gli oneri relativi al piano di sicurezza, indicati al successivo art. 23 in misura fissa ed invariabile.

Tale importo complessivo rappresenta il limite massimo di spesa che la stazione appaltante dispone per i lavori di che trattasi. L'offerta che supera il suddetto importo complessivo sarà esclusa dall'appalto.
Detto importo risulta indicativamente così distinto:

A) OPERE A MISURA				
-	Scarifiche – scavi – demolizioni		euro	136.144,30
-	Sottofondi – cordolature in cls – strutture		euro	86.309,75
-	Tout-venant – tappetini bituminosi		euro	111.853,28
-	Segnaletica orizzontale e verticale		euro	10.632,04
-	Impianto idrico		euro	3.120,85
-	Impianto fognario		euro	4.167,34
-	Impianto elettrico – videos. (predisp.) – illuminazione (predisp.)		euro	62.479,81
-	Opere del verde		euro	16.674,88
-	Arredo urbano		euro	6.471,12
-	Economie		euro	1.731,60
		totale	**euro**	439.584,97
B)	- oneri per la sicurezza	totale	**euro**	9.576,64
	IMPORTO COMPLESSIVO LAVORI	**Tornano**	**euro**	449.161,61

come risulta dal seguente prospetto, i cui importi rappresentano, approssimativamente, quanto stimato per le singole categorie di opere:

Le cifre del precedente quadro, indicano gli importi presunti delle diverse categorie di lavori compresi nell'appalto e potranno variare in relazione all'offerta resa in sede di gara.

Le nuove cifre conseguenti all'appalto potranno altresì essere variate in più o in meno entro il limite qualitativo e quantitativo del 5% di ciascuna categoria, con disposizioni della Direzione Lavori e senza aumento

dell'importo del contratto stipulato. Tali variazioni non sono considerate e non costituiscono varianti in corso d'opera dei lavori appaltati.

Si applica in ogni caso quanto previsto dagli articoli 106 e 149 del D.lgs. 50/2016.

L'Appaltatore ha l'obbligo di esaminare e riscontrare le voci riportate nella descrizione delle opere a corpo comprese nell'appalto, di cui al successivo art. 4. A seguito dell'esame degli elaborati progettuali, la conseguente dichiarazione di presa visione del progetto, da allegare all'offerta, comporta l'incondizionata accettazione delle previsioni progettuali (qualità e quantità) delle opere da eseguire.

Per le opere a corpo il prezzo offerto è fisso ed invariabile, fatto salvo quanto sopra previsto, senza che possa essere invocata, dalle parti, alcuna verificazione sulla loro misura o sul valore attribuito alla qualità e quantità delle opere stesse.

I prezzi offerti comprendono tutte le prestazioni, materiali e noli necessari per dare completamente compiuti tutti i lavori, nel rispetto delle vigenti normative di esecuzione, qualità, sicurezza, collaudo ed agibilità delle opere appaltate.

Art. 3 OPERE ESCLUSE DALL'APPALTO

Restano escluse dall'appalto le seguenti opere che la Stazione appaltante si riserva di affidare in tutto o in parte ad altre ditte, senza che l'Appaltatore possa avanzare alcuna eccezione o richiesta di compenso:

- allacciamento alle reti di servizi pubblici;

Art. 4 DOCUMENTI D'APPALTO

Completano i documenti d'appalto e fanno parte integrante del contratto, anche se non materialmente allegati:

a. RELAZIONE GENERALE, Relazioni tecniche specialistiche impianti
b. COMPUTO METRICO ESTIMATIVO
c. QUADRO DI INCIDENZA MANODOPERA
d. ELENCO DEI PREZZI UNITARI
e. CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO
f. SCHEMA DI CONTRATTO
g. CRONOPROGRAMMA
h. PIANO DELLA SICUREZZA E COORDINAMENTO
i. PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA
l. ELABORATI GRAFICI

1) il Regolamento di attuazione del Codice dei contratti, approvato con D.P.R. 05.10.2010 n° 207, in seguito chiamato "*REG. 207/2010*", per le parti ancora vigenti a seguito del D.lgs. 50/2016;
2) il Capitolato generale d'appalto dei lavori pubblici, approvato con D.M. 19.4.2000 n° 145, in seguito chiamato "*CGA 145/2000*", limitatamente agli articoli 1, 2, 3, 4, 5 comma 2° e 3°, 6, 8, 16, 17, 18, 19, 27, 35 e 36;
3) il Capitolato Speciale Tipo per appalti dei lavori edili, redatto dal Ministero dei Lavori Pubblici, per le parti espressamente richiamate o non disciplinate dal presente capitolato, in seguito chiamato "*CST*";
4) le polizze di garanzia;

Gli ulteriori elaborati tecnici che costituiscono il progetto dei lavori appaltati, approvati dalla Stazione appaltante, non fanno parte dei documenti d'appalto per cui non hanno alcun valenza contrattuale e quindi non possono essere citati a sostegno di rivendicazioni di alcun tipo.

Art. 5 FORMA E PRINCIPALI DIMENSIONI DELLE OPERE

La forma e le dimensioni delle opere risultano dai disegni allegati al progetto e dai particolari disegni di dettaglio.

Art. 6 VARIAZIONE DELLE OPERE PROGETTATE

Nessuna variazione o addizione alle opere appaltate può essere introdotta dall'Appaltatore se non disposta dal Direttore lavori e preventivamente approvata dalla Stazione appaltante.

La violazione di quanto sopra disposto, salva diversa valutazione da parte del responsabile del procedimento, comporta l'obbligo dell'Appaltatore di demolire a sue spese i lavori in difformità.

Sono ammesse variazioni in corso d'opera e modifica del contratto, sentiti il Progettista ed il Direttore dei lavori, solo nel rispetto dei casi e nei limiti indicati:

1) dall'art. 106 del D.lgs. 50/2016;
2) dall'articolo 149 del D.lgs. 50/2016 per lavori afferenti i beni culturali tutelati ai sensi del D.lgs. 42/2004;
3) dall'articolo 8 del D.M. n° 49 in data 7 marzo 2018.

Si può procedere a varianti in corso d'opera nei seguenti casi:

1) per sopravvenute disposizioni legislative e regolamentari o provvedimenti di Autorità o enti preposti alla tutela di interessi rilevanti;
2) per circostanze impreviste ed imprevedibili;
3) per l'intervenuta possibilità di utilizzare materiali, componenti e tecnologie non esistenti al momento della progettazione che possono determinare, senza aumento di costo, significativi miglioramenti della qualità dell'opera o di sue parti e sempre che non alterino l'impostazione progettuale;
4) per la presenza di eventi inerenti la natura e specificità dei beni sui quali si interviene, verificatisi in corso d'opera, o di rinvenimenti imprevisti o non prevedibili nella fase progettuale;
5) nei casi previsti dall'art.1664, secondo comma, del Codice Civile.

Si applica in ogni caso quanto previsto dagli articoli 106 e 149 del D.lgs. 50/2016.

La Stazione appaltante può ordinare, durante l'esecuzione dell'appalto e per i soli casi sopra citati, una variazione dei lavori fino alla concorrenza di un quinto dell'importo d'appalto e l'Appaltatore è tenuto ad eseguirli agli stessi patti, prezzi e condizioni del contratto originario e non ha diritto ad alcuna indennità ad eccezione del corrispettivo relativo ai nuovi lavori.

La Stazione appaltante può sempre ordinare una diminuzione dei lavori appaltati nel limite di un quinto dell'importo di contratto. Tale diminuzione dovrà essere tempestivamente comunicata all'Appaltatore prima del raggiungimento del quarto quinto dell'importo contrattuale.

L'Appaltatore, peraltro, non dovrà dare corso ad opere aggiuntive e a lavori che comportino varianti al progetto, con la sola eccezione di quelle indicate al precedente art. 2, che non costituiscono varianti, se non dopo che tali opere e lavori siano stati autorizzati dalla Stazione appaltante.

Gli estremi di tali autorizzazioni dovranno essere citati negli ordini di servizio relativi alla esecuzione delle opere di cui trattasi.

L'Appaltatore non potrà richiedere, e quindi non avrà diritto, ad alcun compenso, indennizzo e pagamento, di qualsiasi natura e specie, dei lavori che fossero stati eseguiti non conformemente alle prescrizioni contenute nel presente articolo.

Art. 7 DIREZIONE LAVORI E COORDINATORE PER L'ESECUZIONE – DOMICILIO E DIREZIONE TECNICA DELL'IMPRESA

Il Direttore dei lavori e Coordinatore per l'esecuzione hanno il compito di curare che le opere compiute risultino pienamente rispondenti al progetto ed alle norme di capitolato, nonché al piano di sicurezza del cantiere. Per questo ha il diritto di impartire gli ordini inerenti e di controllare i materiali e le opere in tutte le fasi di esecuzione dei lavori. In particolare competono al Direttore dei lavori tutte le prestazioni previste dall'articolo 101 del D.lgs. 50/2016 e dalla normativa tecnica e amministrativa di settore, anche avvalendosi della collaborazione di assistenti con funzioni di direttore operativo o di ispettore di cantiere.

Al Coordinatore per l'esecuzione competono tutti gli obblighi previsti dall'art. 92 del d.lgs. 81/2008, pertanto può ordinare all'Appaltatore la sospensione delle singole lavorazioni in corso delle varie categorie di opere qualora rilevi pericoli gravi ed imminenti per la mancata attuazione delle norme di sicurezza, dandone comunicazione al Direttore dei lavori e alla Stazione appaltante per ogni ulteriore provvedimento a carico dell'Appaltatore. Inoltre, può proporre, alla stessa Stazione appaltante, dandone comunicazione anche al Direttore dei lavori, la sospensione dei lavori, l'allontanamento delle imprese e la risoluzione del contratto per gravi inosservanze ed inadempimenti dell'Appaltatore alle prescrizioni del piano di sicurezza.

Ai sensi degli art. 2 e 3 del CGA 145/2000 l'Appaltatore deve indicare, prima della stipula del contratto, il proprio domicilio e le persone che possono riscuotere, con i vincoli previsti dagli articoli stessi. Da parte dell'Appaltatore, qualora non conduca personalmente i lavori, deve conferire mandato di rappresentanza ad un proprio Direttore tecnico, professionalmente qualificato secondo le competenze di legge, del quale ha l'obbligo di comunicare il nominativo all'atto della consegna dei lavori. L'Appaltatore rimane comunque responsabile dell'operato del proprio rappresentante.

Compito del Direttore tecnico dell'impresa appaltatrice è quello di affiancare il Direttore Lavori e Coordinatore per l'esecuzione, per tutta la durata delle opere, in maniera che gli ordini da questi impartiti trovino pronta e rispondente attuazione.

L'Appaltatore rimane, ad ogni effetto, l'unico responsabile per danni o sinistri di qualsiasi entità che avessero a verificarsi a persone o a cose in conseguenza di cattiva esecuzione delle opere, di mancanza di adeguate

cautele nella loro esecuzione, comprese le opere provvisionali, e di contravvenzione al piano di sicurezza del cantiere nonché di tutte le vigenti normative in materia di prevenzione antinfortunistica e di sicurezza.

Inoltre l'Appaltatore dovrà nominare, all'atto della consegna dei lavori, un tecnico professionalmente idoneo a termini delle leggi vigenti in materia e che può anche essere il medesimo Direttore tecnico dell'impresa, mediante il quale l'Appaltatore stesso si assumerà l'intera responsabilità della esecuzione a regola d'arte di tutte le strutture appaltate, o preesistenti o comunque interessate alle opere appaltate, per le quali sia necessario assicurare adeguata stabilità e che interessino l'incolumità e la sicurezza.

L'Appaltatore dovrà inoltre nominare, all'atto della consegna dei lavori, i tecnici professionalmente idonei, a termini di legge, mediante i quali l'Appaltatore stesso si assumerà l'intera responsabilità della esecuzione, nel rispetto della normativa vigente, degli impianti tecnologici. Tali tecnici saranno altresì responsabili della rispondenza alle normative di sicurezza di tutte le parti di impianto esistenti o mantenute in esercizio, opportunamente integrate con il nuovo impianto.

Detti tecnici dovranno risultare di gradimento della Direzione lavori e della Stazione appaltante, per gravi e giustificati motivi ha diritto di esigerne il cambiamento immediato.

Art. 8 OSSERVANZA DEL CAPITOLATO GENERALE E RINVIO AD ALTRE NORME

Per tutto quanto non previsto nel presente Capitolato si applicano le norme contenute nel D.lgs. 50/2016 e s.m.i., le disposizioni in vigore contenute nel CGA approvato con D.M. 145/2000, per gli articoli ancora vigenti, nel REG. 207/2010, per gli articoli ancora vigenti e nel D.M. n° 49 in data 7 marzo 2018.

L'Appaltatore è tenuto alla piena e diretta osservanza di tutte le norme vigenti in Italia derivanti la leggi, decreti, circolari e regolamenti, specie quelli relativi all'edilizia, d'igiene, di polizia urbana, dei cavi ed impianti tecnologici stradali, nonché delle norme sulla circolazione stradale, quelle di sicurezza ed igiene del lavoro, anche da parte dei subappaltatori, cottimisti e lavoratori autonomi. Analogamente dovranno essere osservate le norme CEI, UNI, ISO, CNR, fornendo la relativa documentazione a richiesta della Direzione Lavori.

Art. 9 GARANZIA PROVVISORIA E DEFINITIVA

Ai sensi dell'articolo 93 del D.lgs. 50/2016, l'offerta da presentare per l'affidamento dell'esecuzione dei lavori, da parte delle imprese concorrenti, deve essere corredata da una garanzia provvisoria pari al 2% (due per cento) dell'importo dei lavori a base d'appalto, da prestare anche mediante fidejussione bancaria o assicurativa e comunque secondo le modalità di cui ai comma 2 e 3 del richiamato articolo 93.

La fidejussione bancaria o assicurativa dovrà avere validità per almeno 180 giorni dalla data di presentazione dell'offerta.

La garanzia copre la mancata sottoscrizione del contratto dopo l'aggiudicazione dovuta ad ogni fatto riconducibile all'affidatario o all'adozione di informazione antimafia interdittiva emessa ai sensi degli articoli 84 e 91 del D.lgs. 159/2011; la garanzia è svincolata automaticamente al momento della sottoscrizione del contratto.

L'Appaltatore, ai sensi dell'art. 103 comma 1 del D.lgs. 50/2016, dovrà obbligatoriamente fornire, alla Stazione appaltante al momento della sottoscrizione del contratto, la garanzia definitiva del 10% dell'importo contrattuale dei lavori. In caso di aggiudicazione con ribasso d'asta superiore al 10%, la suindicata percentuale della cauzione definitiva è aumentata di tanti punti percentuali quanti sono quelli eccedenti il 10%; ove il ribasso sia superiore al 20% l'aumento è di 2 (due) punti percentuali per ogni punto di ribasso superiore al 20%.

La garanzia definitiva sarà progressivamente svincolata nei modi e termini previsti dal suddetto articolo 103 del D.lgs. 50/2016; lo svincolo progressivo della cauzione in corso d'opera, nei termini e per le entità previste dalla normativa sopra richiamata, è automatico e pertanto non necessita di benestare del committente.

Detta garanzia definitiva è prestata a garanzia dell'adempimento di tutte le obbligazioni del contratto e del risarcimento dei danni derivanti dall'eventuale inadempimento delle obbligazioni stesse.

Si applica integralmente quanto previsto dall'articolo 103 comma 1 e 2 del D.lgs. 50/2016.

La mancata tempestiva costituzione della garanzia definitiva determina la decadenza dall'aggiudicazione dell'affidamento dei lavori e l'incameramento della garanzia provvisoria.

Qualora le garanzie di cui al presente articolo siano costituite con garanzia fidejussoria bancaria o assicurativa, le stesse dovranno prevedere espressamente la rinuncia al beneficio della preventiva escussione del debitore principale, la loro operatività entro 15 giorni a semplice richiesta scritta da parte della Stazione appaltante e la rinuncia all'eccezione di cui all'articolo 1957 comma 2° del Codice Civile.

Art. 10 COPERTURE ASSICURATIVE

L'Appaltatore ha l'obbligo di stipulazione di una polizza assicurativa che tenga indenne la Stazione appaltante da tutti i rischi di esecuzione dei lavori appaltati da qualsiasi causa determinati, compresi i rischi dell'incendio, scoppio e dell'azione del fulmine, salvo quelli derivanti da errori ed insufficienze di progettazione, azioni di terzi o cause di forza maggiore. Tale polizza assicurativa deve prevedere anche una garanzia di responsabilità civile

per danni a terzi nell'esecuzione dei lavori sino alla data di emissione del certificato di collaudo provvisorio. La somma assicurata corrisponde all'importo del contratto, con massimale per responsabilità civile verso terzi pari al 5% della somma assicurata con il minimo di 500.000,00 Euro. Tale polizza dovrà specificatamente prevedere che "tra le persone sono compresi i rappresentati della Stazione appaltante, della Direzione lavori, dei Collaudatori, quando presenti in cantiere".

Per detta polizza assicurativa, da trasmettere alla Stazione appaltante 10 giorni prima del verbale di consegna lavori, valgono le condizioni ed i termini stabiliti dall'art. 103 comma 7 del D.lgs. 50/2016.

In caso di mancata tempestiva deposito di detta polizza nel termine suindicato, sarà fissato un nuovo termine perentorio non superiore di 10 giorni, trascorso il quale non si darà corso alla consegna dei lavori e si procederà alla risoluzione del contratto per grave inadempienza.

In caso di riunione di concorrenti valgono le norme stabilite dall'art. 103 comma 10 del D.lgs. 50/2016.

Tutte le predette garanzie e coperture assicurative dovranno essere costituite e stipulate con imprese di assicurazione iscritte nell'elenco dei soggetti ammessi ad accedere all'esercizio delle assicurazioni contro i rischi e i danni in regime di libera prestazione di tali servizi nel territorio nazionale, e dovranno essere trasmesse alla Stazione appaltate nei termini e con le modalità richiamati dal presente articolo.

Art. 11 SOPRALLUOGHI - CONSEGNA – SOSPENSIONE – RIPRESA – PROROGA

Ai sensi dell'art. 79, comma 2 del D.Lgs. 50/2016 e ss.mm.ii., i sopralluoghi sulle aree interessate oggetto degli interventi, dovranno essere svolti in totale autonomia da parte degli operatori che dovranno in tal senso dichiarare, sotto la propria responsabilità di aver preso atto della natura e della consistenza di quest'ultimi.
Poiché le aree in questione sono aperte al pubblico e prive di restrizioni o vincoli particolari, non è necessario un sopralluogo congiunto da parte dei singoli operatori accompagnati ad un tecnico della stazione appaltante.
La stazione appaltante si rende in ogni caso disponibile a fornire risposta a tutti i quesiti che a seguito di tali sopralluoghi dovesse venire formulata, ai fini di una completa disamina dei siti e corretta informazione degli operatori.

All'atto della consegna dei lavori l'Appaltatore dovrà presentare il programma esecutivo dei lavori di cui al successivo art. 14.

La consegna dei lavori è disciplinata dalle disposizioni di cui all'articolo 5 del D.M. n° 49 in data 7 marzo 2018.

Per quanto riguarda la sospensione dei lavori, si applicano le disposizioni stabilite dall'articolo 107 del D.lgs. 50/2016 e dall'articolo 10 del D.M. n° 49 in data 7 marzo 2018..

L'Appaltatore può richiedere motivata proroga del termine fissato per l'ultimazione lavori, sulla quale si esprime il responsabile del procedimento previa acquisizione di relazione da parte del direttore dei lavori.

Art. 12 TEMPO UTILE PER L'ULTIMAZIONE DEI LAVORI

Il tempo utile per dare ultimati i lavori è fissato in giorni **120 (tcentoventi),** (corrispondenti a 16 settimane) naturali, successivi e continui, decorrenti dalla data del verbale di consegna dei lavori.

La data di ultimazione dei lavori, determinata con l'applicazione del suindicato tempo utile, non subirà alcuna variazione per effetto di eventuali sospensioni dei lavori per gravi inosservanze ed infrazioni al piano di sicurezza da parte dell'Appaltatore.

L'ultimazione dei lavori dovrà essere comunicata per scritto dall'Appaltatore al Direttore dei Lavori e sarà accertata e formalizzata per le necessarie contestazioni in contraddittorio, mediante redazione di apposito verbale, in doppio esemplare, sottoscritto dal Direttore dei Lavori e dall'Appaltatore.

Per il certificato d'ultimazione dei lavori si applicano le disposizioni stabilite dall'art. 107 comma 5 del D.lgs. 50/2016.

Il certificato di ultimazione dei lavori può prevedere l'assegnazione di un termine perentorio, non superiore a 60 (sessanta) giorni, per il completamento di lavorazioni di piccola entità, accertate da parte del direttore lavori come del tutto marginali e non incidenti sull'uso e funzionalità dei lavori.

Il mancato rispetto del termine sopra indicato comporta l'inefficacia del certificato di ultimazione e la necessità di redazione di nuovo certificato che accerti l'avvenuto completamento delle lavorazioni sopraindicate.

Art. 13 PENALE PER RITARDI

La penale da applicarsi per ritardi nell'ultimazione dei lavori (comprensiva delle spesa di assistenza) resta stabilita nella percentuale del **1 per mille** per mille dell'ammontare netto contrattuale per ogni giorno di ritardo sui termini utili stabiliti dal contratto.

Complessivamente la penale non può essere superiore al 10% dell'ammontare netto contrattuale, e qualora la penale determini un importo superiore, si darà avvio alle procedure per la risoluzione del contratto per grave ritardo nei modi e termini di cui all'art. 108 del D.lgs. 50/2016.

Qualora siano previste, al precedente art. 12, distinte ed autonome fasi esecutive dei lavori, con scadenze proprie del tempo utile per ciascuna fase, detta penale sarà applicata anche per ogni giorno di ritardo nell'ultimazione dei lavori di ciascuna fase esecutiva.

Art. 14 PROGRAMMA ED ORDINE DA TENERE NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI

L'Appaltatore ha l'obbligo di predisporre e consegnare alla Direzione lavori, contestualmente alla sottoscrizione del verbale di consegna ed inizio lavori, un proprio programma dettagliato d'esecuzione delle lavorazioni previste per le opere appaltate, con l'impegno ad assicurare il regolare andamento degli stessi, rispettando il dettagliato programma esecutivo predisposto. I lavori dovranno essere ultimati nel tempo utile previsto al precedente art. 12. In tale programma saranno riportate, per ogni lavorazione, oltre alle previsioni circa il periodo di esecuzione anche l'ammontare presunto, parziale e progressivo, dell'avanzamento dei lavori. Eventuali ritardi dei tempi previsti nel programma esecutivo dei lavori saranno a totale carico dello stesso Appaltatore, che non potrà pretendere alcun rimborso o compenso da parte della Stazione appaltante.

Il programma esecutivo dovrà essere adeguato ed adattato in corso d'opera, da parte dell'operatore economico affidatario, su espressa richiesta della Direzione lavori, per sopravvenute motivate ed oggettive esigenze esecutive. A giudizio della Direzione lavori, la modalità di conduzione dei lavori non può essere di pregiudizio alla buona riuscita delle opere ed agli interessi della Stazione appaltante. In ogni caso dovranno essere rispettati gli obblighi indicati nel successivo art. 18 e le prescrizioni contenute nel piano di sicurezza di cui al successivo art. 23.

L'Appaltatore ha l'obbligo di provvedere alla esecuzione degli ordini di servizio emanati dal Direttore dei lavori che li comunica all'impresa stessa in due copie di cui una restituita per avvenuta conoscenza.

La Stazione appaltante si riserva in ogni modo di ordinare l'esecuzione di un determinato lavoro entro un prestabilito termine di tempo o di disporre l'ordine di esecuzione dei lavori in modo che riterrà più conveniente, specialmente in relazione alle esigenze dipendenti dalla esecuzione di opere ed alla consegna delle forniture escluse dall'appalto, tutto ciò senza che l'appaltatore possa rifiutarsi o farne oggetto di richiesta di speciali compensi.

L'Appaltatore è altresì responsabile della disciplina ed il buon ordine dei cantieri come stabilito dall'art. 6 del CGA 145/2000.

Art. 15 CONTABILITA' DEI LAVORI

Per lo scopo, la forma, la tenuta ed i termini della contabilità dei lavori valgono tutte le disposizione contenute nel presente capitolato, nel D.lgs. 50/2016 e s.m.i. e nel D.M. 7 marzo 2018 n° 49.

Art. 16 PAGAMENTI IN ACCONTO E A SALDO

L'Appaltatore avrà diritto a pagamenti in acconto lavori, in corso d'opera, ogni qualvolta il suo credito in base ai prezzi offerti e al netto delle trattenute di legge, avrà raggiunto la cifra di euro **80.000,00** (euro **ottantamila/00**).

In ogni caso sull'importo netto progressivo delle prestazioni è operata una ritenuta dello 0,50 per cento; le ritenute possono essere svincolate soltanto in sede di liquidazione finale, dopo l'approvazione da parte della stazione appaltante del certificato di collaudo o di regolare esecuzione, previo rilascio del documento unico di regolarità contributiva.

In caso di sospensione dei lavori superiori a 45 giorni, per cause non imputabili all'impresa, è consentita l'emissione di certificati di pagamento in acconto per importi inferiori al minimo come sopra stabilito, e comunque maturati alla data di sospensione.

Il certificato di pagamento dell'ultima rata di acconto, qualunque risulti il suo ammontare, sarà rilasciato dopo l'ultimazione dei lavori.

L'importo fisso ed invariabile per gli oneri relativi al piano di sicurezza, indicato al precedente art. 2, sarà corrisposto contestualmente ai pagamenti in acconto lavori, in corso d'opera, proporzionalmente all'importo lordo di ogni stato d'avanzamento dei lavori medesimi.

Il conto finale dei lavori dovrà essere redatto entro 60 (sessanta) giorni dalla data di ultimazione dei lavori.

I pagamenti relativi agli acconti del corrispettivo di appalto sono effettuati nel termine massimo di giorni 60 (sessanta) dall'adozione di ogni stato di avanzamento lavori, attesa la particolare natura del contratto d'appalto in esame che richiede l'espletamento di verifiche in capo all'operatore economico affidatario.

I certificati di pagamento relativi agli acconti del corrispettivo di appalto sono emessi contestualmente all'adozione di ogni stato di avanzamento dei lavori e comunque entro un termine non superiore a 7 giorni dall'adozione degli stessi.

Il termine di pagamento della rata di saldo e di svincolo della garanzia fideiussoria non può superare i 60 (sessanta) giorni dall'emissione del certificato di collaudo/regolare esecuzione dei lavori.

Nel caso l'esecutore non abbia presentato non abbia preventivamente presentato garanzia fideiussoria, il termine di cui sopra decorre dalla data di presentazione della garanzia stessa.

Art. 17 COLLAUDO DEI LAVORI

Il certificato di collaudo provvisorio sarà emesso entro 180 (centottanta) giorni dalla data di ultimazione dei lavori, salvo quanto previsto dall'articolo 102 comma 3 del D.lgs. 50/2016e s.m.i.

Il certificato di collaudo provvisorio assume carattere definitivo trascorsi due anni dalla data della relativa emissione. In tale periodo l'Appaltatore è tenuto alla garanzia per le difformità ed i vizi dell'opera eseguita, indipendentemente dalla avvenuta liquidazione del saldo.

Per le disposizioni, la visita ed il procedimento del collaudo dei lavori valgono tutte le disposizioni di cui all'articolo 102 del d.lgs. 50/16 e del titolo X del REG. 207/2010 per le parti concernenti i lavori appaltati.

Art. 18 ONERI ED OBBLIGHI VARI A CARICO DELL'APPALTATORE

Oltre agli oneri risultanti dagli articoli del presente Capitolato e dalle spese indicate dagli art. 5 e 8 dal CGA 145/2000 e da tutte le ulteriori disposizioni, la cui osservanza è resa obbligatoria per l'Appaltatore da specifiche normative vigenti, saranno a carico dell'Appaltatore stesso gli oneri ed obblighi seguenti:

1. formazione del cantiere attrezzato in maniera adeguata alla entità dell'opera da eseguire, su un area appositamente destinata e messa a disposizione dalla Stazione appaltante d'intesa con l'Appaltatore, con il rispetto di tutte le indicazioni contenute nel piano delle misure per la sicurezza, richiamato al successivo art. 23, e dei vigenti regolamenti in materia e comprendente:
2. i necessari movimenti di terra ed inghiaiamento dell'area di cantiere;
3. la recinzione che dovrà avere caratteristiche rispondenti alle vigenti norme in materia di sicurezza, ed essere provvista delle necessarie segnalazioni diurne e notturne;
4. tutti gli impianti ed attrezzature occorrenti per la perfetta e rapida esecuzione delle opere appaltate;
5. gli allacciamenti provvisori alla rete cittadina di distribuzione dell'acqua e di energia elettrica;
6. la sistemazione e pulizia della strada di accesso e delle strade interne limitrofe in modo da rendere sicuro il transito e la circolazione dei veicoli e delle persone; il cantiere dovrà svilupparsi con il minimo ingombro possibile e comunque con la minima interruzione di pubblico transito sulle strade, salvo quelle limitate indispensabili occupazioni di chiusura al transito delle strade che dovranno essere concordate con la Direzione Lavori, previo parere degli uffici comunali responsabili del pubblico traffico ed occupazione suolo pubblico;
7. la guardia, la sorveglianza, la custodia e la buona conservazione, sia di giorno che di notte e sia al collaudo delle opere, con personale necessario, del cantiere e di tutti i materiali in esso esistenti, nonché di tutte le cose dalla Stazione appaltante e delle piantagioni consegnate all'Appaltatore. Per tale custodia l'Appaltatore dovrà servirsi di personale provvisto di adeguata qualifica;
8. dovranno essere anche conservati tutti i servizi tecnologici esterni e sotterranei ed ogni loro eventuale modifica e spostamento saranno a completo carico dell'Appaltatore, sia per ottenere i relativi permessi e sia per le spesa, dell'impresa appaltatrice;
9. sono altresì a carico dell'Appaltatore gli eventuali oneri e le spese conseguenti all'acquisizione delle necessarie autorizzazioni per l'installazione del cantiere;
10. responsabilità ed il risarcimento per ammanchi e danni di qualsiasi genere fini al collaudo o alla consegna in uso anticipato, come previsto al successivo comma 15, riguardanti le opere eseguite o in corso di esecuzione, i materiali, gli impianti e le attrezzature di qualsiasi genere, anche di proprietà della Stazione appaltante, esistenti nell'ambito del cantiere;
11. costruzione e manutenzione, entro il recinto del cantiere, di uno o più locali, attrezzati ad uso ufficio del personale di direzione e di assistenza lavori. I locali dovranno essere muniti di illuminazione e, se necessario, di riscaldamento;
12. l'approntamento dei necessari locali di cantiere, che dovranno essere dotati di adeguati servizi igienici e di idoneo smaltimento dei liquami, per uso del personale addetto ai lavori;
13. tutti gli oneri derivanti dall'applicazione del precedente art. 7, per i tecnici le cui prestazioni fanno carico all'Appaltatore;
14. versamento di contributi, previsti dalle vigenti leggi per Casse o altre Organizzazioni Nazionali Previdenziali, nel caso di ricorso a ingegneri e architetti, in relazione alle prestazioni dei professionisti sopraindicati;
15. fornitura della mano d'opera e degli strumenti occorrenti per tracciati di consegna, misure e verifiche; esecuzione in sito o presso gli appositi istituti incaricati, delle esperienze, prove, analisi ed assaggi richiesti dalla D.L. sui materiali da impiegarsi nei lavori, nonché l'esecuzione di ogni altra prova, ivi comprese quelle di carico, necessarie sia per l'esecuzione delle opere appaltate, che per il collaudo finale. Dovrà inoltre far eseguire, a proprie spese, le prove sui conglomerati e sui profilati e tondi metallici, presso laboratori legalmente autorizzati, che rilasceranno i richiesti certificati. Dei campioni prelevati, per qualsiasi titolo, dovrà esserne curata la conservazione presso l'ufficio direttivo, previo suggello e firma del Direttore dei Lavori e dell'Appaltatore, a garanzia dell'autenticità;

16. fornitura, collocamento nei punti richiesti e manutenzione di cartelli di avviso, fanali notturni ed altre attrezzature del genere, a norma delle vigenti disposizioni in materia di sicurezza dei lavoratori e a protezione della pubblica incolumità, anche in relazione a specifiche richieste della Direzione lavori;
17. mantenimento, fino a collaudo eseguito, della continuità degli scoli delle acque, delle condutture, dei cavi e del transito sulle vie e sentieri pubblici o privati interessati alle opere in appalto;
18. esecuzione, a discrezione della Direzione lavori, di un congruo numero di fotografie eseguite prime, durante e dopo il compimento dell'opera;
19. pulizia quotidiana degli ambiti di intervento e delle vie di transito al cantiere ed interne allo stesso, compreso lo sgombero dei materiali di rifiuto provenienti da soggetti terzi;
20. libero e gratuito accesso al cantiere e passaggio nello stesso e sulle opere eseguite od in corso di esecuzione al personale della Direzione lavori e della Stazione appaltante per visite e sopralluoghi con il temporaneo e provvisorio l'utilizzo delle opere eseguite, nonché il libero e gratuito accesso al cantiere e passaggio nello stesso, alle persone facenti parte di qualsiasi altra impresa o ditta alle quali siano stati affidati lavori o forniture non comprese nell'appalto ed alle persone che debbono eseguire lavori per conto diretto della stazione appaltante; nonché, a richiesta della Direzione lavori, l'uso parziale o totale, da parte delle suddette imprese o persone, delle opere provvisionali esistenti in cantiere, ed in particolare dei ponti di servizio, impalcature, costruzioni provvisorie, ed apparecchi di sollevamento e trasporto per tutto il tempo occorrente alla esecuzione delle opere che la Stazione appaltante intenderà eseguire direttamente o a mezzo di altre imprese. Per quanto sopra esposto, l'Appaltatore non potrà pretendere compensi di sorte né dalle ditte interessate, né dalla Stazione appaltante;
21. ricevimento in cantiere e, a richiesta della D.L., anche l'onere di scarico e trasporto nei luoghi di deposito o a piè d'opera, di materiali per forniture ed opere escluse dall'appalto ed eseguite da altre ditte per conto della Stazione appaltante, restando l'appaltatore unico responsabile come previsto al precedente comma 2, con l'obbligo conseguente di riparare a proprie cura e spese i danni che a tali materiali, forniture ed opere avessero a derivare per propria negligenza;
22. cernita, puliture ed accatastamento dei materiali di proprietà della Stazione appaltante, che eventualmente provengano da lavori eseguiti nell'ambito dell'appalto, e loro trasporto e scarico nei luoghi del Comune di Bergamo indicati dalla D.L., con trasporto a discarica, anche fuori del Comune di Bergamo, dei materiali eccedenti di rifiuto, compresi gli oneri di discarica;
23. consenso all'uso gratuito anticipato di parte dell'opera, su richiesta della Direzione lavori, con facoltà di richiedere un verbale circa lo stato delle opere al momento della concessione all'uso anticipato, a garanzia dei possibili danni che possono derivare dalla concessione;
24. sgombero completo del cantiere, dei materiali, mezzi d'opera ed impianti di proprietà dell'Appaltatore entro 15 giorni dalla data di ultimazione dei lavori, l'area occupata dal cantiere dovrà essere sistemata come all'atto della consegna;
25. adozione, nella esecuzione di tutti i lavori, dei procedimenti e delle cautele atte a garantire la vita e l'incolumità degli operai, delle persone addette ai lavori e dei terzi e ad evitare danni ai beni pubblici e privati. Ogni più ampia responsabilità nel caso di inadempimento alle prescrizioni in materia di sicurezza e salute dei lavoratori previste dal Decreto Legislativo n° 81/2008 e di infortuni ricadrà pertanto sull'impresa appaltatrice oltreché sul Direttore Tecnico dell'impresa stessa, restandone pienamente esentata e sollevata sia la Stazione appaltante che il Direttore dei lavori ed il personale, dagli stessi designato, alla assistenza e sorveglianza dei lavori;
26. obbligo di mantenere, in adeguato locale del cantiere, la dotazione regolamentare di pronto soccorso e di garantire, per tutta la durata dei lavori, un servizio di automezzo che consenta l'immediato avviamento al più vicino ospedale del personale infortunato o colpito da malore;
27. obbligo di applicare integralmente le disposizione contenute nel D.lgs. 50/2016 e di tutte le norme contenute nel contratto collettivo nazionale di lavoro per gli operai dipendenti dalle aziende industriali edili ed affini e negli accordi locali integrativi dello stesso, in vigore per il tempo e nella località in cui si svolgono i lavori anzidetti;
28. obbligo, altresì, di applicare il contratto e gli accordi medesimi anche dopo la scadenza e fino alla loro sostituzione e, se cooperative, anche nei rapporti con i soci. I suddetti obblighi vincolano l'impresa anche se non sia aderente alle associazioni stipulanti o receda da esse e indipendentemente dalla natura industriale o artigiana o dalla strutture e dimensione dell'impresa stessa e da ogni altra sua qualificazione giuridica, economica o sindacale;
29. l'Appaltatore è responsabile in rapporto alla Stazione appaltante, della osservanza alle norme anzidette da parte degli eventuali subappaltatori nei confronti dei rispettivi loro dipendenti, anche nei casi in cui il contratto collettivo non disciplini l'ipotesi del subappalto;
30. il fatto che il subappalto non sia autorizzato, non esime l'Appaltatore responsabilità di cui al comma precedente e ciò senza pregiudizio degli altri diritti della Stazione appaltante;
31. non sono considerati subappalti le commesse date dall'Appaltatore ad altre imprese unicamente per la fornitura dei materiali;

32. l'Appaltatore è tenuto inoltre alla osservanza piene e scrupolosa di tutte le norme derivanti da leggi e disposizioni vigenti in materia di assicurazioni varie del personale dipendente contro gli infortuni sul lavoro, la disoccupazione involontaria, le malattie causali o professionali, e delle altre disposizioni in vigore o che potranno intervenire in corso di appalto;
33. In caso di inottemperanza a tutti gli obblighi come sopra precisati nel presente articolo, accertata dalla Stazione appaltante o ad essa segnalata dall'Ufficio provinciale del Lavoro, la Stazione appaltante medesima comunicherà all'Appaltatore e, se del caso, anche all'Ispettorato suddetto, l'inadempienza accertata e procederà ad una detrazione del 20% sui pagamenti in acconto, se i lavori sono in corso di esecuzione, ovvero alla sospensione del pagamento del saldo, se i lavori sono ultimati, destinando le somme così accantonate a garanzia dell'adempimento degli obblighi di cui sopra;
34. il pagamento all'Appaltatore delle somme accantonate non sarà effettuato sino a quando dall'Ispettorato del Lavori non sia accertato che gli obblighi predetti sono stati integralmente adempiuti;
35. per le detrazioni e sospensioni dei pagamenti di cui sopra, l'Appaltatore non può opporre eccezioni alla Stazione appaltante né ha titolo a risarcimento dei danni;
36. obbligo di corresponsione, alle scadenze consuetudinarie, delle paghe e dei salari al personale dipendente dall'impresa;
37. in caso di ritardo, debitamente accertato, nel pagamento delle retribuzioni, si procederà in conformità di quanto previsto all'art.30 del D.lgs. 50/2016;
38. per i pagamenti eseguiti direttamente ai lavoratori, il relativo importo sarà detratto dalle somme dovute all'Appaltatore in esecuzione del contratto. Le relative quietanze dovranno essere sottoscritte dai lavoratori interessati e controfirmate da due testimoni;
39. osservanza delle disposizioni di legge relativa alle assunzioni obbligatorie;
40. presentazione prima dell'inizio dei lavori e comunque entro 30 giorni dalla data del verbale di consegna della documentazione di avvenuta denuncia agli enti previdenziali - inclusa la cassa edili e/o edilcassa - assicurativi ed enti infortunistici;
41. trasmissione delle copie dei versamenti contributivi, previdenziali e assicurativi nonché di quelli dovuti agli organismi paritetici previsti dalla contrattazione collettiva, con cadenza quadrimestrale; il pagamento dei vari stati di avanzamento rimane in ogni caso subordinata alla verifica degli obblighi di cui sopra mediante l'acquisizione del documento unico di regolarità contributiva;
42. obbligo di esposizione di cartello di cantiere aventi le caratteristiche predisposte dall'Amministrazione Comunale;
43. pagamento di tutte le spese contrattuali dovute secondo le leggi in vigore (imposta di bollo, diritti fissi di scritturazione, diritti di segreteria ed eventuali imposte di registro) nonché, per l'aggiudicatario, rimborso delle spese di pubblicazione del bando di gara e relativo esito secondo quanto previsto dalla normativa vigente;
44. esecuzione a propria cura e spese di prove o analisi ulteriori rispetto a quelle previste dalla legge o dal presente capitolato speciale d'appalto finalizzate a stabilire l'idoneità dei materiali o dei componenti e ritenute necessarie dalla stazione appaltante;
45. sarà a cura e a spesa dell'Appaltatore ogni e qualsiasi onere inerente le denunce presso gli Enti preposti, previste dalle normative vigenti di opere e di impianti, ancorché richiesti dalla Stazione appaltante;
46. si intendono a totale carico dell'Appaltatore e pertanto senza nessun particolare compenso tutte le eventuali (nessuna esclusa) attrezzature, mezzi d'opera, opere provvisionali, di presidio e/o di protezione che si rendessero necessarie (ad iniziativa ed a giudizio del medesimo Appaltatore e previa approvazione della Direzione lavori della Stazione appaltante) per assicurare durante tutto il periodo dei lavori la piena e perfetta esecuzione degli stessi, la totale conservazione e stabilità di tutte le strutture aeree e sotterranee esistenti;
47. le spese per passaggio, occupazioni temporanee e per risarcimento di danni per abbattimento di piante per depositi od estrazione di materiali;
48. la recinzione e la chiusura verso gli spazi aperti al pubblico dei luoghi dove si svolgeranno i lavori nonché la protezione sempre verso tali spazi, dei ponteggi con opportuni teli, soprattutto per evitare il diffondersi di polveri;
49. gli oneri e le spese relative alle prove di funzionamento ed al collaudo tecnico degli impianti tecnologici, esclusa solo la nomina del tecnico collaudatore, a carico della Stazione appaltante;
50. il contenimento del livello di inquinamento acustico entro i limiti imposti dalla legislazione vigente e con il rispetto degli orari e delle prescrizioni stabiliti dal Regolamento per lo svolgimento in deroga alla zonizzazione acustica comunale di manifestazioni temporanee in luogo pubblico o aperto al pubblico, cantieri e dehors approvato dal Consiglio Comunale con deliberazione n.25/0098977/2005 p.g. nella seduta del 06/02/2006, modificato con deliberazione consiliare n.187 reg./84 Prop. Del. nella seduta del 17/12/2007 – n.49 reg./35 Prop. Del., nella seduta del 02/4/2009 – n.127 reg./38 Prop. Del., nella seduta del 19/7/2010 - n. 37 reg./21 Prop. Del. nella seduta del 04/04/2016;

51. la piena e completa conoscenza ed osservanza delle ordinanze e delle disposizioni vigenti che regolano l'accesso, la circolazione e la sosta di automezzi e mezzi d'opera nel caso di lavori da eseguire all'interno del perimetro che delimita città alta ed i colli, compresi gli oneri e le spese conseguenti l'acquisizione delle eventuali autorizzazioni;
52. l'esaurimento delle acque superficiali o di infiltrazioni concorrenti nei cavi e l'esecuzione di opere provvisionali per lo scolo e la deviazione preventiva di esse dalle sedi stradali o dal cantiere, in generale;
53. la riparazione dei danni, dipendenti anche da forza maggiore, che si verificassero negli scavi, nei rinterri, agli attrezzi ed a tutte le opere provvisionali;
54. l'esecuzione di verifiche, assaggi, campioni, analisi e relative spese che venissero in ogni tempo ordinati dalla Direzione Lavori, presso gli Istituti o Laboratori di fiducia del Comune di Bergamo, sui materiali e forniture da impiegare od impiegati o sulle opere, in corrispettivo a quanto prescritto nella normativa di accettazione o di esecuzione;
55. le indagini preventive sullo stato, consistenza, tracciato e profondità di tutte le strutture e servizi, pubblici e privati, esistenti in corrispondenza degli scavi del cantiere. L'Impresa dovrà fornire alla Direzione Lavori una documentazione grafica adeguata dei risultati dell'indagine;
56. l'impresa prima di dare inizio ai lavori deve accertare presso gli utenti del suolo e sottosuolo pubblico l'esistenza di cavi sotterranei (telefonici, telegrafici, elettrici) o di condutture (acquedotti, gasdotti, metanodotti, oleodotti, ossigenodotti, ecc.). Qualora fosse accertata la presenza di tali impianti l'Impresa appaltatrice dovrà comunicare agli Enti proprietari dei medesimi la data di inizio dei lavori chiedendo altresì tutti gli elementi necessari a consentire l'esecuzione dei lavori con le cautele opportune onde evitare danni ai predetti impianti. Il maggior onere alla quale l'Impresa dovrà sottostare per l'esecuzione delle opere in dette condizioni si intende compreso e compensato con i prezzi in elenco. Qualora nonostante le precauzioni adottate dovessero essere arrecati, nel corso dei lavori, danni agli impianti sotterranei esistenti l'Impresa appaltatrice dovrà provvedere a darne immediato avviso agli Enti interessati ed alla Direzione dei Lavori significandosi comunque che l'Impresa è in ogni caso unica responsabile nei confronti degli Enti in questione rimanendo del tutto estranea l'Amministrazione Comunale da qualunque vertenza sia civile che penale;
57. la classificazione dei reflui di risulta della operazioni di spurgo degli alvei di tratti scoperti e coperti delle rogge Comunali o in concessione al Comune e di canali di gronda, sarà stabilita, prima dell'inizio lavori, attraverso analisi di campioni corredati di verbale di prelevamento completo di tutte le indicazioni tecniche e amministrative necessarie a caratterizzare il rifiuto prelevato, da eseguirsi in contraddittorio tra il D.L. Comunale e l'Impresa, con spese a carico dell'Impresa;
58. il corrispettivo di tutti gli obblighi ed oneri elencati è conglobato nei prezzi di elenco, essendosene tenuto il giusto conto nella formulazione dei prezzi medesimi.

Art. 19 QUALITÀ', PROVENIENZA E PROVVISTA DEI MATERIALI – MODALITA' DI ESECUZIONE DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO

Per quanto concerne la qualità, la provenienza, la provvista, la sostituzione dei materiali, le modalità di esecuzione di ogni singola categoria di lavori, valgono qui tutte le norme contenute negli art. 16 e 17 del CGA 145/2000 e nell'articolo 6 del D.M. n° 49 in data 7 marzo 2018.

Dovranno essere comunque utilizzati i prodotti muniti di marchio o di certificazione di qualità rilasciata da Enti ed Istituti qualificati ed autorizzati.

L'Appaltatore dovrà garantire, anche per gli eventuali subappaltatori, che i prodotti da utilizzare per i lavori appaltati siano tempestivamente approvvigionati in modo da assicurare il rispetto dei tempi di esecuzione, fornendo preventivamente al Direttore dei lavori la relativa campionatura, la certificazione dei requisiti di qualità richiesti monche la documentazione tecnica per le necessarie verifiche. In particolare dovrà essere documentata e certificata la classe di reazione al fuoco nonché la resistenza, la stabilità e la tenuta (REI) di tutti i prodotti, materiali ed arredi impiegati, in conformità sia alle prescrizioni di progetto che a quelle della normativa vigente.

Per tutti gli impianti tecnologici previste nell'appalto dei lavori, dovranno essere rispettate tutte le norme costruttive e di sicurezza vigenti al momento della loro esecuzione.

Art. 20 NORME PER LA VALUTAZIONE E MISURAZIONE DEI LAVORI – NUOVI PREZZI

Sono comunque comprese nell'appalto tutte le prestazioni, materiali e noli necessari per dare completamente compiuti tutti i lavori, nel rispetto delle vigenti normative di esecuzione, sicurezza ed agibilità delle opere appaltate, anche se non specificatamente indicate e descritte negli allegati di cui al precedente art 4.

Qualora per particolari lavorazioni non previste nell'elenco descrittivo e nella lista sia necessario provvedere alla determinazione di nuovi prezzi, questi saranno determinati ragguagliandoli a quelli di lavorazioni consimili presenti nel contratto o ricavandoli totalmente o parzialmente da nuove regolari analisi.

I nuovi prezzi sono determinati in contradditorio tra direttore lavori e impresa esecutrice e approvati dall'organo decisionale dell'Amministrazione comunale.

Tutti nuovi prezzi, valutati a lordo, sono soggetti al ribasso di gara.

Se l'esecutore non accetta i nuovi prezzi così determinati e approvati, il comune di Bergamo può ingiungergli l'esecuzione delle lavorazioni o la somministrazione dei materiali sulla base di detti prezzi, comunque ammessi nella contabilità; ove l'esecutore non iscriva riserva negli atti contabili nei modi previsti, i prezzi si intendono definitivamente accettati.

Art. 21 DIVIETO DI PRESTAZIONI DI MANO D'OPERA IN ECONOMIA

A termini della legge n. 1369 del 23.10.1960 "*Divieto di intermediazione e di interposizione delle prestazioni di lavoro e nuova disciplina dell'impiego di mano d'opera negli appalti di opere e servizi*", non sono ammissibili prestazioni di mano d'opera in economia e le conseguenti liquidazioni e pagamenti.

Tuttavia, in ragione di particolari situazioni di lavori contemplati nell'appalto, la Direzione lavori, con apposito ordine di servizio, potrà autorizzare l'esecuzione di lavori in economia, entro il limite insuperabile delle previsioni economiche quantificate al precedente art. 2 sotto la specifica voce di "*opere in economia*".

Art. 22 CATEGORIA PREVALENTE E LAVORAZIONI SUBAPPALTABILI O SCORPORABILI

L'Appaltatore dovrà eseguire in proprio le opere o i lavori compresi nel contratto.

La categoria prevalente prevista per la realizzazione delle opere in appalto è la seguente:

CAT	**OG3 "Strade autostrade, ponti, viadotti, ferrovie, metropolitane, funicolari, piste aeroportuali e relative opere complementari"**	**€ 354.223,11**

L'appalto è altresì composto dalle sotto-riportate categorie:

CAT	**OG 11**	**Impianti tecnologici** (fognatura, impianto idrico, impianto elettrico)	**€ 71.287,81**
CAT	**OS 24**	**Verde e arredo urbano**	**€ 23.650,69**

Tutte le suddette categorie possono essere oggetto di subappalto, purché dichiarato dall'operatore economico in sede di gara e con i limiti quantitativi e le modalità procedurali previste dall'articolo 105 del D.lgs. 50/2016.

Ai sensi del Decreto Legge n.32/2019, c.d. sblocca cantieri, la percentuale massima assentibile della lavorazioni subappaltabili è innalzato dal 30% al 40%, sino al 31.12.2020 quale data ultima di riferimento per l'approvazione dei progetti, salvo proroghe da parte del Governo.

L'affidamento in subappalto o a cottimo di qualsiasi parte dei lavori sarà autorizzato qualora sussistano le condizioni stabilite dall'articolo 105 del D.lgs. 50/2016, che si intendono integralmente richiamate, e, pertanto, solo per quelle opere espressamente indicate all'atto dell'offerta, e nel rispetto dei requisiti di qualificazione previsti dalla normativa.

L'affidamento in subappalto o in cottimo è sottoposto alle seguenti condizioni:

1) che le imprese concorrenti abbiano indicato all'atto dell'offerta, e nel caso di varianti in corso d'opera all'atto dell'affidamento, i lavori o le parti di opere che intendono subappaltare o concedere in cottimo;

2) che per l'autorizzazione al subappalto, l'Appaltatore trasmetta altresì la certificazione attestante il possesso, da parte del subappaltatore, dei requisiti previsti per l'ammontare dei lavori da assumere;

3) che non sussista nei confronti dell'affidatario del subappalto o del cottimo, alcuno dei divieti previsti dall'art. 10 della legge 31.5.1965 n° 575 e successive modificazioni;

4) che l'affidatario del subappalto non abbia partecipato alla procedura per l'affidamento dell'appalto;

5) che il concorrente dimostri l'assenza in capo ai subappaltatori dei motivi di esclusione di cui all'articolo 80 del D.lgs. 50/2016.

6) che l'Appaltatore provveda, almeno 20 giorni prima della data di effettivo inizio dell'esecuzione delle relative opere e lavorazioni, al deposito del contratto di subappalto presso la Stazione appaltante.

Le disposizioni di cui al presente articolo si applicano altresì per qualsiasi contratto di subappalto avente per oggetto le attività previste dal secondo periodo del comma 2 del richiamato art. 105 del D.lgs. 50/2016, nel testo modificato dal D.lgs. 56/2017.

La Stazione appaltante provvede al rilascio dell'autorizzazione per il subappalto entro trenta giorni dalla relativa richiesta; tale termine può essere prorogato per una sola volta, ove ricorrano giustificati motivi. Trascorso tale termine senza che si sia provveduto, l'autorizzazione si intende concessa.

Per i subappalti o cottimi di importo inferiore al 2% dell'importo dei lavori affidati o di importo inferiore a 100.000,00 euro, i termini per il rilascio dell'autorizzazione da parte della stazione appaltante sono ridotti della metà.

L'Appaltatore ha l'obbligo di trasmettere, entro venti giorni dalla data di ciascun pagamento effettuato nei suoi confronti, copia delle fatture quietanzate relative ai pagamenti dalla stessa effettuati ai subappaltatori o cottimisti, con l'indicazione delle ritenute di garanzia effettuate.

Qualora gli affidatari non trasmettano le fatture quietanzate entro il predetto termine, la stazione appaltante sospende il successivo pagamento a favore degli affidatari.

La stazione appaltante potrà corrispondere direttamente al subappaltatore o al cottimista, previa richiesta congiunta da parte dell'appaltatore e del subappaltatore/cottimista, l'importo dovuto per le prestazioni dagli stessi eseguite al ricorrere delle circostanze di cui all'articolo 105 comma 13 del D.lgs. 50/2016.

L'appaltatore risponde in solido con il subappaltatore della effettuazione e del versamento delle ritenute fiscali sui redditi di lavoro dipendente e del versamento dei contributi previdenziali e dei contributi assicurativi obbligatori per gli infortuni sul lavoro e le malattie professionali dei dipendenti a cui è tenuto il subappaltatore; il committente provvede al pagamento del corrispettivo dovuto all'appaltatore previa esibizione da parte di quest'ultimo della documentazione attestante che gli adempimenti di cui al punto precedente connessi con le prestazioni di lavoro dipendente concernenti l'opera, la fornitura o il servizio affidati sono stati correttamente eseguiti.

Saranno imputati all'Appaltatore tutti gli oneri, le spese ed i danni conseguenti al mancato rispetto di quanto previsto nel presente articolo e dell'art.105 del D.lgs. 50/2016, che qui si intende integralmente richiamato, anche nel caso che questi dovessero ripercuotersi sull'andamento dei lavori, in relazione all'evoluzione dei lavori stessi e alle eventuali modifiche intervenute.

Art. 23 PIANO DELLE MISURE PER LA SICUREZZA DEL CANTIERE

L'onere previsto per le misure di sicurezza, risultante dal piano stesso allegato quale parte integrante del presente Capitolato, ammonta ad **euro 9.576,64 (novemilacinquecentosettantasei/64)**, come indicato al precedente art. 2. Tale importo, compreso nell'appalto, è fisso ed invariabile e non soggetto al ribasso d'asta.

Il Coordinatore per la sicurezza in fase d'esecuzione potrà proporre al Direttore lavori e alla Stazione appaltante, con propria relazione motivata e documentata relativa ad opere già in fase d'esecuzione, un'equa riduzione del suindicato importo, nel caso di ordini di sospensione dei lavori per gravi inosservanze da parte dell'impresa appaltatrice alle norme del D.lgs. 81/2008 e per la sospensione delle singole lavorazioni in corso delle varie categorie di opere, per pericoli gravi ed imminenti dovuti alla mancata attuazione delle norme di sicurezza. Tali gravi inosservanze e pericoli dovranno essere tempestivamente costatati e contestati, dallo stesso Coordinatore, con appositi ordini di servizio notificati all'impresa appaltatrice, trasmessi al Direttore dei lavori, e comunicati agli Enti ed Autorità preposte per le sanzioni e contravvenzioni previste dal D.lgs. 81/2008.

L'Appaltatore, entro 30 giorni dall'aggiudicazione e comunque prima della consegna dei lavori, dovrà presentare al Direttore dei lavori e Coordinatore per l'esecuzione eventuali proposte integrative del piano di sicurezza nonché un piano operativo di sicurezza per quanto attiene le proprie scelte autonome e relative responsabilità nell'organizzazione del cantiere e nell'esecuzione dei lavori. Le eventuali integrazioni non modificano, in alcun caso, i prezzi contrattuali già pattuiti e pertanto la Stazione appaltante non riconoscerà alcun onere aggiuntivo e/o suppletivo all'ammontare sopra indicato che quindi resta fisso ed invariabile.

Per le eventuali modifiche di dettaglio disposte dal Direttore dei lavori, ai sensi del precedente art. 2 e che non si configurano come varianti in corso d'opera, l'Appaltatore non potrà pretendere alcun rimborso ed onere suppletivo e/o aggiuntivo dell'ammontare fisso ed invariabile sopra stabilito, in quanto tali modifiche non costituiscono varianti e non comportano l'aumento dell'ammontare del contratto stipulato.

Nel caso delle varianti ammesse dal precedente art. 6), che comportano aumenti e/o diminuzioni entro il limite del 5% dell'importo contrattuale e che trovano copertura nella somma stanziata per l'esecuzione dell'opera, il Direttore dei lavori ed il Coordinatore della sicurezza in fase di esecuzione valuteranno l'eventuale onere suppletivo e/o aggiuntivo dell'ammontare fisso ed invariabile sopra stabilito.

L'Appaltatore e il proprio direttore tecnico hanno l'obbligo della tempestiva e completa attuazione di tutte le prescrizioni contenute nel piano delle misure di sicurezza e coordinamento del cantiere, richiamato al precedente art. 4.

L'Appaltatore e il proprio direttore tecnico hanno altresì l'obbligo di osservare, adottare e mantenere tutte le prescrizioni ed obblighi derivanti dal D.lgs. 81/2008, nonché tutte le vigenti normative in materia di prevenzione antinfortunistica e di sicurezza.

Il piano sarà adeguato dal Direttore lavori e Coordinatore per l'esecuzione di volta in volta in relazione all'evoluzione dei lavori e alle eventuali modifiche intervenute.

Il Direttore di cantiere ed il Coordinatore della sicurezza in fase di esecuzione, ciascuno nell'ambito delle proprie competenze, vigilano sull'osservanza dei vari piani di sicurezza.

Art. 24 RISERVE – CONTROVERSIE

Le eccezioni e riserve che l'Appaltatore intende opporre debbono essere formulate, a pena di inammissibilità, con le modalità e termini di seguito indicati, fatta salva la disciplina generale in materia di accordo bonario di cui all'articolo 205 del D.lgs. 50/2016.

Il Registro di contabilità è firmato dall'esecutore, con o senza riserve, nel giorno in cui gli viene presentato.

Nel caso in cui l'esecutore non firmi il registro, è invitato a farlo entro il termine perentorio di quindici giorni e, qualora persista nell'astensione o rifiuto, se ne fa espressa menzione nel registro.

Se l'esecutore ha firmato con riserva, solo qualora l'esplicazione e la quantificazione non siano oggettivamente possibili al momento della formulazione della stessa, egli deve esplicare nel termine di quindi giorni, a pena di decadenza, le sue riserve, scrivendo e firmando nel registro le corrispondenti domande di indennità e indicando con precisione le cifre cui crede di avere diritto, nonché le ragioni di ciascuna domanda.

Il direttore dei lavori, nei successivi quindici giorni, espone nel registro le sue motivate deduzioni. Se il direttore lavori omette di motivare in modo esauriente le proprie deduzioni e non consente alla stazione appaltante la percezione delle ragioni ostative al riconoscimento delle pretese dell'esecutore, incorre in responsabilità per le somme che, per tale negligenza, la stazione appaltante dovesse essere tenuta a sborsare.

Nel caso in cui l'esecutore non ha firmato il registro nel termine di cui al comma 3 del presente articolo, oppure lo ha fatto con riserva, ma senza esplicare le sue riserve nel modo e termini sopra indicati, i fatti registrati si intendono definitivamente accertati e l'esecutore decade dal diritto di far valere in qualunque termine e modo le riserve o le domande che ad essi si riferiscono.

L'esecutore è sempre tenuto a uniformarsi alle disposizioni del direttore dei lavori, senza poter sospendere o ritardare il regolare sviluppo dei lavori, quale che sia la contestazione o la riserva che egli iscriva negli atti contabili.

Le riserve devono essere iscritte e pena di decadenza sul primo atto dell'appalto idoneo a riceverle, successivo all'insorgenza o alla cessazione del fatto che ha determinato il pregiudizio dell'esecutore. In ogni caso, sempre a pena di decadenza, le riserve sono iscritte anche nel registro di contabilità all'atto della firma immediatamente successiva al verificarsi o al cessare del fatto pregiudizievole. Le riserve non espressamente confermate sul conto finale si intendono abbandonate.

Le riserve devono essere formulate in modo specifico e indicare con precisione le ragioni sulle quali esse si fondano, In particolare le riserve devono contenere a pena di inammissibilità la precisa quantificazione delle somme che l'esecutore ritiene gli siano dovute.

La quantificazione della riserva è effettuata in via definitiva, senza possibilità di successive integrazioni o incrementi rispetto all'importo iscritto.

All'atto della firma del conto finale l'esecutore non può iscrivere domande per oggetto o per importo diverse da quelle formulate nel registro di contabilità durante lo svolgimento dei lavori e deve confermare le riserve già iscritte negli atti contabili, per le quali non siano intervenuti la transazione di cui all'articolo 208 del D.Lgs. 50/2016 o l'accordo bonario di cui all'articolo 209.

Se l'esecutore non firma il conto finale nel termine assegnato, non superiore a trenta giorni, o se lo sottoscrive senza confermare le domande già formulate nel registro di contabilità, il conto finale si ha come da lui definitivamente accettato.

Nel caso di controversie derivanti dal mancato accordo e da altre cause del contratto d'appalto, la competenza spetta al giudizio ordinario del Foro di Bergamo, con espressa esclusione del ricorso all'arbitrato.

Art. 25 SOGGETTI AMMESSI ALLA GARA D'APPALTO

Sono ammessi a partecipare alle procedure per l'appalto dei lavori i soggetti indicati dall'art 45 del D.lgs. 50/2016.

Nei casi espressamente previsti dalla norma, troverà applicazione l'articolo 110 del D.lgs. 50/2016.

I relativi maggiori oneri, spese e danni sopportati dalla Stazione appaltante saranno posti a carico dell'appaltatore originario.

Art. 26 REQUISITI DI QUALIFICAZIONE PER LA PARTECIPAZIONE ALLA GARA E PER L'ESECUZIONE DEGLI IMPIANTI TECNOLOGICI.

I requisiti di qualificazione delle imprese sono determinati con riferimento a quanto previsto dal D.lgs. 50/2016, dal REG 207/2010 per le parti applicabili e dal bando di gara con relativo disciplinare.

In caso di lavorazioni di tipo impiantistico, le imprese aggiudicatrici dell'appalto o le eventuali subappaltatrici, dovranno inoltre essere in possesso dei requisiti tecnico-professionali per l'esecuzione degli impianti di cui all'art. 1 comma 2° del Decreto del Ministero dello sviluppo economico n° 37 in data 22.01.08.
Nello specifico del presente progetto, il riferimento da tenere in considerazione è quello indicato alla lettera d) inerente gli impianti idrici, quale unico e solo possibile impianto da doversi realizzare in uno degli ambiti individuati (Giardino Roggia Ponte Perduto).

Art. 27 ORDINAZIONE, ESECUZIONE E LIQUIDAZIONE DI OPERE DI MANOMISSIONE PER SERVIZI TECNOLOGICI SOTTERRANEI

Qualora sia necessario ed opportuno ordinare l'esecuzione di lavori di manomissione, di ripristino e comunque connessi con servizi tecnologici sotterranei, di competenza di enti e ditte non comunali, il cui costo sia a carico e pagato da questi ultimi, l'Impresa appaltatrice è obbligata ad eseguirli agli stessi patti e condizioni del contratto dei lavori comunali di cui al presente progetto; le relative fatture, indirizzate dall'Impresa appaltatrice agli enti e ditte suddetti, saranno vistate per l'approvazione dalla Direzione lavori comunale, solo per quanto attiene l'avvenuta applicazione dei prezzi unitari, delle condizioni contrattuali comunali e per l'accettazione delle opere, restando a carico degli enti e ditte l'ordinazione e la verifica in contraddittorio delle quantità contabilizzate ed esposte. Gli importi dei suddetti eventuali lavori, non sono computabili ai fini del calcolo della massima entità di eventuali perizie suppletive ed ai fini dell'obbligatorietà esecutiva di lavori aggiuntivi nei riguardi dell'Amministrazione comunale, alle stesse condizioni, ai medesimi patti e prezzi del contratto, nell'ambito dei 6/5 dell'importo contrattuale.

ART. 28 OPERE DI SISTEMAZIONE TERRENO E OPERE A VERDE

a) Lavorazione del suolo

Su indicazione della Direzione lavori la Ditta appaltatrice deve eseguire una lavorazione del terreno fino alla profondità necessaria per consentire un'appropriata piantagione secondo gli elaborati di progetto.

Questa lavorazione, che preferibilmente deve essere eseguita con mezzi meccanici, può variare a seconda delle condizioni del suolo da un'aratura in profondità per uno spessore di 60-70 cm ad una vangatura superficiale per uno spessore minimo di 30-40 cm.

Nel corso di questa operazione la Ditta appaltatrice dovrà rimuovere eventuali ostacoli sotterranei che potrebbero impedire la corretta esecuzione dei lavori, provvedendo anche, dietro richiesta della Direzione lavori, ad accantonare e conservare le preesistenze naturali con particolare valore estetico (rocce, massi, ecc.) o gli altri materiali che possano essere vantaggiosamente riutilizzati nella sistemazione (tali operazioni devono intendersi tutte comprese nell'articolo dell'Elenco prezzi relativo alla "Aratura o vangatura meccanica del terreno").Nel caso in cui ci si dovesse imbattere in ostacoli di rilevanti dimensioni (grosse pietre, rocce affioranti, ecc.) che presentano difficoltà ad essere rimossi, la Ditta appaltatrice prima di procedere nel lavoro deve chiedere istruzioni specifiche alla Direzione lavori.

b) Eventuale apporto di terra vegetale

Prima di effettuare qualsiasi impianto e semina e secondo quanto sarà ordinato in fase esecutiva dalla Direzione lavori, tutte le aree interessate dalla sistemazione a verde o alcune parti di esse, potranno essere ricaricate con terra vegetale, che dovrà provenire da un primo scoticamento (di norma circa 30 cm) di terreno agrario in coltivazione, privo di sostanze inerti, pietre e radici; tale terreno sarà steso secondo le quote della Direzione lavori e non dovrà essere compresso da ruote o cingoli di mezzi semoventi.

Il primo spianamento ed eventuali movimenti di terra ordinati dalla Direzione lavori dovranno essere completati dallo spostamento, anche a mezzo di carriole, di quelle quantità di terra indispensabili a dare al terreno le ondulazioni desiderate, curando una certa uniformità nelle pendenze, in modo da non permettere ristagni d'acqua (tali operazioni devono intendersi tutte comprese nell'articolo dell' Elenco prezzi relativo alla "Stesa e modellazione di terra di coltura").

La terra vegetale rimossa ed accantonata nelle fasi iniziali degli scavi, sarà utilizzata, secondo le istruzioni della Direzione lavori, come terra di coltura insieme a quella apportata. Le quote definitive del terreno dovranno essere quelle indicate negli elaborati di progetto approvate dalla Direzione lavori.

c) Correzione, emendamento e concimazione di base del terreno; impiego di torba e fitofarmaci; fresatura e formazione dei tappeti erbosi

Dopo aver effettuato la lavorazione e l'eventuale apporto di terra vegetale, la Ditta appaltatrice, se ordinato dalla Direzione lavori, dovrà stendere sul terreno tutte le sostanze eventualmente necessarie per ottenere la correzione (modifica del valore pH), l'emendamento (modifica della granulometria) e la concimazione di base, nonché somministrare gli eventuali fitofarmaci (anticrittogamici, insetticidi, diserbanti, ecc.) per la cura degli attacchi di parassiti animali o fungini presenti nel suolo o sulla vegetazione.

Per la concimazione di base, al fine di ottenere i migliori risultati, dovranno essere usati contemporaneamente, secondo le indicazioni della Direzione lavori, fertilizzanti minerali ed organici (naturali od industriali). Nel caso che non fosse disponibile concime organico naturale ben maturo e si decidesse di utilizzare fertilizzanti organici industriali, questi, che devono essere integrati da quelli naturali, dovranno essere impiegati in dosi ridotte del 50% circa di quanto prescrive la casa produttrice.

I trattamenti con fitofarmaci, infine, dovranno essere tempestivi ed eseguiti da personale specializzato della Ditta appaltatrice, che dovrà attenersi per il loro uso alle istruzioni specificate dalla casa produttrice e alle leggi vigenti in materia, ed usare ogni possibile misura preventiva atta ad evitare danni alle persone o alle cose.

La Ditta appaltatrice dovrà poi procedere ad un'accurata fresatura effettuata con almeno due passaggi incrociati, spinta fino ad una profondità di almeno cm 20, che avrà la funzione di sminuzzare finemente le zolle e di mescolare i correttivi allo strato superficiale del terreno; dopo la fresatura si completerà l'operazione colturale con una minuziosa rastrellatura per perfezionare il livellamento del terreno, sbriciolando le zolle ed eliminando al massimo anche le piccole pietre e gli altri elementi estranei.

La semina per la formazione del tappeto verde, deve essere effettuata con un buon miscuglio di graminacee, studiato nelle specie e percentuali con la Direzione lavori in relazione ala luogo, all'esposizione ed al terreno. La quantità di seme occorrente sarà di g. 25-30 per metro quadrato di superficie per i prati di parchi, giardini, aree verdi in generale, e di g. 35-40 per metro quadrato di superficie per gli spartitraffico ed aiuole stradali; l'operazione di semina deve essere eseguita a spaglio, a mano o con seminatrice, in condizioni di bel tempo e con grande accuratezza, per avere una distribuzione il più possibile uniforme, ma con intensità maggiore sui bordi.

Effettuata la semina, bisogna procedere ad una leggera copertura del seme, che può essere ottenuta a mano con il rastrello o a macchina con erpici molto leggeri; seguirà poi una leggera rullatura o battitura a rovescio del badile, onda accostare la terra al seme e favorire la risalita dell'umidità dagli strati sottostanti. Dovrà essere infine praticata un'immediata innaffiatura con getto polverizzato, onde evitare il formarsi della crosta superficiale, che potrebbe compromettere l'uniformità della germinazione. Il terreno deve esser bagnato fino a che non risulti imbevuto d'acqua per una profondità di almeno 10 cm.

Non appena l'erba avrà raggiunto l'altezza di 8-12 cm, si dovrà procedere al primo taglio, mediante una tosatrice meccanica a lame rotanti ben affilate, ad un'altezza non inferiore a 3-4 cm; l'erba così tagliata va raccolta con una semplice rastrellatura ed asportata. Tali operazioni termineranno con una leggera rullatura , che favorirà, con il taglio, l'accestimento delle graminacee (tali operazioni sono tutte comprese nell'articolo dell' Elenco prezzi, relativo alla "Formazione di tappeto erboso, compresi fresatura o lavorazione similare del terreno...", ad eccezione dei materiali per la correzione, l'emendamento e dei fitofarmaci, che saranno forniti a parte).

Al collaudo i tappeti erbosi dovranno presentarsi perfettamente inerbiti, con le specie previste, esenti da erbe infestanti, radure ed avvallamenti dovuti ad assestamento del terreno o ad altre cause.

d) Messa a dimora delle zolle erbose

Le zolle erbose in rotolo o in zolle per la formazione di prati a "pronto effetto", devono essere messe a dimora stendendole sul terreno in modo che siano ben ravvicinate. Per favorire l'attecchimento, ultimata questa operazione, le zolle devono essere cosparse con uno strato di terriccio (composto di terra vegetale, sabbia, torba e concime), compattate per mezzo di battitura o rullatura, e, infine, abbondantemente innaffiate. Nel caso debbano essere collocate su terreni in pendio o scarpate, le zolle erbose devono essere anche fissate al suolo per mezzo di picchetti di legno; é inoltre buona norma costipare i vuoti fra le zolle con terriccio. Le zolle di essenze prative stolonifere destinate alla formazione di tappeti erbosi con il metodo della "propagazione" devono essere accuratamente diradate o tagliate in porzioni minori e successivamente messe a dimora nella densità precisata negli elaborati di progetto o stabilita dalla Direzione lavori. Le cure colturali sono analoghe a quelle precedentemente riportate.

e) Inerbimento delle scarpate e dei terreni in pendio

Per evitare frane e fenomeni erosivi causati dalla pioggia, le scarpate ed i terreni con pronunciata pendenza dovranno essere seminati con specie caratterizzate da un potente apparato radicale e adatte a formare uno stabile tappeto polifito; il miscuglio di sementi da usare deve essere precedentemente approvato dalla Direzione lavori.

La Direzione lavori si riserva anche di indicare, in relazione alla pendenza, alla natura e all'esposizione del terreno, quale dei vari metodi seguire per il trattamento dei diversi tratti da sistemare:

a) semina normale;
b) semina con impiego di collanti;
c) semina protetta da pellicole di emulsioni bituminose e plastiche;
d) semina protetta da pacciamatura cosparsa o meno a macchina.

f) messa a dimora delle piante

Le buche per le piantagioni delle essenze vegetali dovranno essere dimensionate in rapporto allo sviluppo delle piante da mettere a dimora e cioè avere larghezza e profondità proporzionate alle dimensioni della zolla.

In ogni caso non dovranno essere inferiori alle seguenti misure:

- per alberi di medie dimensioni: cm 100x100x100;
- per arbusti: cm 60x60x60.

Comunque tali buche, delle dimensioni che verranno ordinate dalla Direzione lavori, possono essere praticate a mano o con mezzi meccanici, con la sola esclusione di trivelle ed all'atto dell'impianto debbono essere già aperte per l'immagazzinamento dell'aria e dell'acqua.

Se la terra estratta sarà giudicata idonea da parte della Direzione lavori, sarà riutilizzata nel reinterro della buca. Se conterrà una certa quantità di pietre, ciottoli od altri elementi inerti estranei, questi dovranno essere separati e allontanati e tali operazioni si intendono già incluse nel prezzo di formazione della buca. Qualora invece la terra estratta sarà giudicata di cattiva qualità dalla Direzione lavori, dovrà essere sostituita con altra idonea terra di coltura adatta alle varie qualità di essenze e si dovrà asportare quella non idonea. Per tali operazioni sono previsti prezzi di elenco, diversi da quelli sopra citati.

Per le buche e i fossi che dovranno essere realizzati su di un eventuale preesistente tappeto erboso, la Ditta appaltatrice é tenuta ad adottare tutti gli accorgimenti necessari per non danneggiare il prato circostante.

Nella preparazione delle buche e dei fossi, la Ditta appaltatrice dovrà assicurarsi che nella zona in cui si svilupperanno le radici non siano presenti ristagni idrici dovuti al costipamento eccessivo del terreno.

A giudizio della Direzione lavori le operazioni di drenaggio profondo del terreno saranno contabilizzate a parte. I drenaggi profondi avverranno, secondo le necessità, mediante la collocazione sul fondo degli scavi di materiale adatto a favorire lo sgrondo delle acque (pietre di dimensioni decrescenti, argilla espansa, ecc.), separandolo dal terreno soprastante mediante la collocazione di un feltro imputrescibile ("tessuto-non-tessuto"). Se necessario, al di sotto del drenaggio, si dovranno realizzare canalette porose di deflusso, che, con adeguate pendenze, convoglino le acque in eccesso in fognatura.

Si dovrà infine curare che lo scolo delle acque superficiali avvenga in modo corretto.

Aperta la buca, si disporrà sul fondo l'eventuale letame stallatico, maturo e non paglioso, ricoprendolo con uno strato di terra in modo che, tenendo conto dell'assestamento della terra riportata, al momento della messa a dimora, ci sia spazio sufficiente per la corretta sistemazione della zolla e le piante possano essere collocate su uno strato di fondo avente uno spessore adeguato alle sue dimensioni.

La messa a dimora degli alberi dovrà avvenire, infatti, avendo cura che le piante, in relazione alle quote definitive, non presentino, una volta assestatosi il terreno, radici allo scoperto oppure risultino interrate al livello del colletto.

Le legature con filo metallico delle zolle dovranno tassativamente essere aperte in prossimità del colletto della pianta prima di procedere alla copertura con terra.

Al momento di essere collocati nella posizione prevista e prima del riempimento definitivo delle buche, gli alberi e gli arbusti di rilevanti dimensioni dovranno essere resi stabili ed in posizione perfettamente verticale, per mezzo di pali di sostegno, ancoraggi e legature. Il palo o i pali di sostegno dovranno essere collocati all'esterno della zolla, infissi nel terreno circostante (e non nella buca) per una profondità di almeno 30 cm. Poiché la loro funzione é principalmente quella di permettere alle piante di radicare, tenendo ferma la zolla, si dovranno mantenere i pali tutori per almeno due anni.

Per quanto riguarda le modalità di impianto dei tutori, se un solo palo di sostegno fosse ritenuto insufficiente ad assicurare la perfetta stabilità (in zone ventose, in presenza di essenze di grandi dimensioni, ecc.), ad insindacabile giudizio della Direzione lavori, le piante dovranno essere fissate per mezzo di tre o più pali equidistanti tra loro e dal tronco, posti in posizione obliqua rispetto alla pianta, eventualmente fermati al piede da picchetti e legati insieme all'estremità superiore, oppure resi stabili per mezzo di altre analoghe strutture indeformabili.

Su autorizzazione della Direzione lavori, queste strutture lignee possono essere sostituite con ancoraggi composti da almeno tre tiranti in corda di acciaio con relativo tendifilo, legati una parte al tronco della pianta opportunamente protetto con parti di gomma e dall'altra a picchetti saldamente confitti nel terreno o da altri sostegni di provata stabilità (muri, rocce, ecc.). Lungo le corde di acciaio dovranno essere posti dei segnali che le rendano visibili.

La Ditta appaltatrice procederà poi al riempimento definitivo delle buche con terra vegetale fine, costipandola con cura, in modo che non rimangano assolutamente dei vuoti attorno alla zolla. Il riempimento delle buche, sia quello parziale prima della piantagione, sia quello definitivo, potrà essere effettuato, a secondo delle necessità e su indicazione della Direzione lavori, con terra vegetale semplice oppure con una miscela di terra e torba. nel caso in cui la Direzione lavori decida che all'atto dell'impianto debba effettuarsi una concimazione secondaria localizzata, la Ditta appaltatrice avrà cura di spargere il fertilizzante attorno e vicino alla zolle, ma non a contatto con queste.

Si ritiene pratica da evitare assolutamente il costipamento mediante calpestio della zolla stessa.

A riempimento ultimato, attorno alle piante dovrà essere formato, per facilitarne la bagnatura, un rilevato circolare di terra per la ritenzione dell'acqua ("tornello").

E' necessario, non appena la buca é riempita, procedere ad un'abbondante prima innaffiatura (in ragione di circa 40-50 litri per pianta) in modo da favorire la ripresa vegetativa e facilitare il costipamento e l'assestamento della terra vegetale intorno alla zolla.

g) Alberi ed arbusti a foglia caduca

Gli alberi ed arbusti a foglia caduca, a secondo delle diverse specie vegetali e delle tecniche di coltura, dovranno essere forniti con la zolla o in contenitore per agevolare l'impianto e per avere maggiori probabilità di attecchimento e potranno pertanto essere messe a dimora in qualsiasi periodo dell'anno, evitando solo i mesi in cui vi siano pericoli di gelate o nevicate, o il terreno sia ghiacciato. Sono da scartarsi per i lavori d'impianto, anche le giornate caratterizzate da elevata ventosità.

Occorrerà prestare la massima attenzione affinché la zolla non subisca rotture. Per questo motivo si dovranno calare le piante nelle buche con le zolle ancora imballate. Gli imballi delle zolle andranno poi tagliati al colletto e aperti sui fianchi, senza rimuoverli da sotto. Per le piante in contenitore occorrerà procedere alla piantagione subito dopo l'estrazione dal vaso o dal mastello, avendo cura che le radici non si spezzino né si dispongano in modo da avvitarsi tra loro in seguito (occorrerà perciò dipanare eventuali radici che si presentassero con caratteristiche di avvitamento).

Qualora le zolle si presentassero troppo asciutte, é indispensabile immergerle per qualche tempo in acqua con tutto l'imballo (o con tutto il contenitore), al fine di facilitare l'assorbimento delle successive somministrazioni idriche.

Si potrà procedere alla potatura delle piante messe a dimora solamente in due casi:

1) quando la zollatura sia avvenuta in concomitanza della fornitura, senza preliminari preparazioni (prassi che sarà accettata solamente in casi eccezionali, ad insindacabile giudizio della Direzione lavori);

2) quando le piante siano in piena vegetazione, onde limitare il cosiddetto "stress da trapianto", eliminando parte della vegetazione in atto, secondo le indicazioni impartite di volta in volta dalla Direzione lavori.

La potatura sarà eseguita, sotto la supervisione della Direzione lavori, a piantagione e posizionamento dei tutori avvenuti, e dovrà rispettare il portamento naturale delle piante e le loro caratteristiche specifiche.

Di norma, tuttavia, le piante fornite, se allevate correttamente, non verranno potate.

h) Alberi ed arbusti sempreverdi e conifere

Gli alberi e gli arbusti sempreverdi e le conifere dovranno essere forniti esclusivamente con zolla o in contenitore ed essere messi a dimora preferibilmente nei mesi di **aprile** ed **ottobre**. Le procedure da eseguire per la piantagione di queste piante sono analoghe a quelle precedentemente descritte.

Le conifere e le sempreverdi non dovranno essere potate.

i) Piante tappezzanti, erbacee perenni e piante rampicanti, sarmentose e ricadenti

La messa a dimora di queste piante, normalmente fornite in contenitore, é identica per ognuna delle diverse tipologie sopra elencate e dovrà essere effettuata in buche preparate al momento, più grandi di circa cm 20 dei contenitori delle singole piante.

Se le piante sono state fornite in contenitori tradizionali (vasi di terracotta o di plastica), questi devono essere rimossi; se in contenitori di materiale deperibile (torba, pasta di cellulosa compressa, ecc), le piante possono essere messe a dimora con tutto il vaso.

In ogni caso le buche dovranno essere poi con terra vegetale mista a concime e a torba, ben pressata intorno alle piante.

La Ditta appaltatrice é tenuta infine a completare la piantagione delle specie rampicanti, ricadenti e sarmentose, legando i getti, ove necessario, alle apposite strutture di sostegno, in modo da guidarne lo sviluppo per ottenere i migliori risultati in relazione agli scopi della sistemazione.

l) Protezione delle piante messe a dimora

Nelle zone dove potrebbero verificarsi danni causati da animali oppure dal transito di uomini o automezzi, la Ditta appaltatrice dovrà proteggere le piante messe a dimora con opportuni ripari (reti metalliche, protezioni in legno, ecc.) precedentemente concordati ed approvati dalla Direzione lavori.

Su indicazione della Direzione lavori, alcuni tipi di piante (tappezzanti, piccoli arbusti, ecc.) dovranno, in caso di necessità, essere protette dai danni della pioggia battente, dall'essiccazione e dallo sviluppo di erbe infestanti per mezzo di uno strato di circa 10 cm di spessore di pacciame (paglia tritata, foglie secche, segatura, cippatura di ramaglia e di corteccia di conifere) od altro analogo materiale precedentemente approvato dalla Direzione lavori.

INTERVENTI DI POTATURE

Dovranno essere eseguite a regola d'arte, con tagli netti, senza slabbrature e strappi della corteccia o spaccature longitudinali, adottando ogni cautela onde evitare "scosciature", ed in maniera conforme alla potatura di

una o più "**piante campione**", che verranno potate all'inizio dell'intervento su ogni alberata a cura della Ditta appaltatrice con l'assistenza diretta dei tecnici del Servizio Opere del verde comunale.

Le operazioni di potatura dovranno essere attuate con l'ausilio di attrezzature idonee e proporzionate all'intervento ed anche con autoscale e piattaforme idrauliche (il cui uso deve intendersi già compreso nei relativi prezzi di elenco), in modo da rendere il lavoro tecnicamente più valido.

Nel caso di tagli di rami del diametro superiore a 4-5 cm, a discrezione della Ditta appaltatrice, secondo le esperienze individualmente e precedentemente consolidate, che verranno perciò documentate alla Direzione lavori, si potrà applicare sulle ferite del mastice cicatrizzante e disinfettante, che formi una pellicola elastica e permeabile. Dovranno essere assolutamente esclusi prodotti quali carbolineum, solfato di ferro e solfato di rame per la loro azione caustica sulle ferite. E' da escludere qualsiasi intervento con materiali cementanti non appropriati.

Di norma gli interventi devono consistere nella semplice mondatura del secco, integrata dall'eliminazione dei rami malformati, malati o feriti o precedentemente spezzati per qualsiasi causa. La Direzione lavori ordinerà l'eventuale asportazione di quei rami maldisposti o deboli che si formano specialmente al centro della chioma.

a) Operazioni di diradamento

Comportano l'asportazione totale di branche o rami.

Si ricorrerà a questo tipo di intervento nelle caducifoglie e in taluni tipi di conifere (come ad es. il Pino italico, per eliminare branche basse, che hanno esaurito ogni tipo di funzione) per operazioni straordinarie di risanamento, di ringiovanimento o di riforma della chioma.

I tagli, che comunque dovranno rispettare la forma naturale delle piante, verranno effettuati durante il periodo di riposo vegetativo e comporteranno la completa asportazione di una o più branche o rami, con una recisione praticata quanto più vicino possibile al punto d'inserzione, in modo da evitare di lasciare monconi di difficile cicatrizzazione. Sugli alberi con portamento piramidale o fastigiato, un eventuale diradamento della vegetazione, se ordinato dalla Direzione lavori, dovrà avvenire sull'asse principale, mentre su quelli a chioma più o meno espansa, tale operazione dovrà essere effettuata sulle branche primarie.

b) Operazioni di contenimento

Comportano l'asportazione solo di parte delle branche o dei rami.

I tagli dovranno essere sempre praticati obliquamente, al di sopra di una gemma, evitando di danneggiarla, con inclinazione dall'alto al basso verso la parte opposta del ramo (si devono escludere nel modo più assoluto tagli orizzontali).

Il taglio dovrà essere eseguito in modo tale da non lasciare monconi, ma rispettando la costolatura tra tronco, ramo e "collare" (l'ispessimento corticale alla base delle branche).

L'accorciamento dei rami potrà essere attuato, se ordinato dalla Direzione lavori, su alberature in filari, per impedire che i rami causino danni o gravi disagi per la presenza di edifici ed impianti di illuminazione troppo vicini alle piante.

I tagli a capitozza di branche principali e dei tronchi sono da escludere nel modo più assoluto, per evitare che, in talune specie, le gemme dormienti situate in prossimità del taglio sviluppino rami conformati con il tipo aspetto "a scopa". Inoltre, per evitare l'emissione di branche avventizie, gli accorciamenti dovranno essere eseguiti con "tagli di ritorno", cioè dovranno avvenire in corrispondenza dell'inserzione di un ramo o di una branca di ordine inferiore, che prenderà la funzione di gemma apicale (cima).

c) Operazioni di risanamento di piante affette da malattie crittogamiche

Si effettueranno esclusivamente nel caso in cui, in presenza di piante alterate o infette, dovranno essere asportate, ricorrendo ad interventi drastici, grandi porzioni di branche o di rami. Tale tipo di intervento, sempre dietro ordine della Direzione lavori, verrà effettuato soltanto quando, in presenza di soggetti di pregio, esistano reali possibilità di recupero.

In tali casi si procederà all'asportazione delle parti che si presenteranno alterate a causa di evidenti fenomeni di marcescenza o per la presenza di corpi fungini, mettendo alla luce il legno sano.

Sulle ferite verranno applicati fungicidi (benzimidazoli), mediante pennellature. Al fine di assicurare l'aderenza dei prodotti alle ferite, si miscelerà l'anticrittogamico al 2% al Vinavil (colla acetil-vinilica).

Tale procedimento verrà applicato anche nel caso di potature di una certa entità effettuate su piante sane, ma appartenenti a specie altamente esposte a rischi di attacchi fungini (ad es. olmo, platano, cipresso).

Gli interventi di potatura andranno eseguiti nei mesi freddi (dicembre-febbraio), attenendosi scrupolosamente, nel passaggio da una pianta all'altra, gli attrezzi di taglio vano disinfettati con sali quaternari di ammonio all'1%, ipoclorito di sodio al 2% o alcol etilico al 75%.

Il materiale di scarto infetto (rami, frammenti, segatura), dovrà essere immediatamente allontanato dal cantiere e trattato a norma delle leggi vigenti in materia.

CONCIMAZIONI E TRATTAMENTI ANTIPARASSITARI

Le concimazioni fogliari dovranno essere effettuate nel caso in cui si vorrà favorire la ripresa vegetativa dopo tagli di potatura o per apportare nutrimento alle chiome e stimolare la fotosintesi, utilizzando prodotti azotati (derivati ureici) diluiti con tensioattivi non inquinanti che ne permettano la persistenza sulle foglie.

A richiesta della Direzione lavori le concimazioni fogliari potranno avvenire contemporaneamente a trattamenti antiparassitari, miscelando concime e fitofarmaci.

L'applicazione della concimazione fogliare alle alberature avverrà tramite atomizzatori autotrasportati e opportunamente dimensionati, secondo le necessità, in relazione all'altezza dell'alberata da trattare.

I fitofarmaci sono classificati secondo il tipo di agente patogeno per cui sono impiegati e si raggruppano in:

- insetticidi contro cocciniglie, afidi, lepidotteri, coleotteri ed emitteri;
- acaricidi contro ragnetti rossi e gialli;
- fungicidi o anticrittogamici contro oidio, peronospora e per prevenire agenti cariogeni del legno e altre gravi patologie (cancri).

I prodotti insetticidi e acaricidi di cui é consentito l'uso sono quelli inseriti nell'elenco "PRESIDI SANITARI", preferibilmente appartenenti alle classi di tossicità III^{a} e IV^{a}. E' ammesso per la specifica lotta contro alcuni lepidotteri (Hyphantria cunea) il *Bacillus thuringiensis*, come pure l'uso di saponi neutri biodegradabili per combattere la melata degli afidi sui tronchi e sul fogliame, onde evitare la conseguente propagazione di muffe.

La formulazione, i principi attivi e la documentazione circa la miscibilità dei prodotti usati dovranno essere noti e chiaramente indicati sulle etichette delle confezioni e sulle schede tecniche che la Ditta appaltatrice avrà cura di esibire alla Direzione lavori.

La Ditta appaltatrice dovrà provvedere a tutta l'attrezzatura antiinfortunistica prevista dalla legge, al fine di evitare che gli operai addetti all'applicazione dei prodotti antiparassitari abbiano ad inalare i principi attivi in essi contenuti.

Si dovranno inoltre adottate cautele verso l'ambiente nei centri abitati, effettuando gli interventi antiparassitari durante le ore notturne, in assenza di vento e di traffico, evitando nel modo più assoluto di proiettare le bocchette degli atomizzatori in direzione degli edifici.

I contenitori utilizzati dovranno essere trattati a norma di legge e non saranno dispersi nell'ambiente. Le cisterne contenenti i prodotti antiparassitari dovranno essere lavate a cura della Ditta, evitando nel modo più assoluto lo scarico dei residui in corsi d'acqua.

A tal proposito la Direzione lavori si riserva di richiedere la documentazione relativa allo smaltimento dei suddetti residui.

Pertanto, per quanto concerne le tecniche di intervento, sono ammesse:

- pennellature al tronco con benzimidazoli per il trattamento delle ferite di potatura. Le pennellature, unitamente alle iniezioni, saranno gli unici sistemi per consentiti per la somministrazione delle sostanze fungicide;
- trattamenti con irroratrici meccaniche a getto attrezzate con lancia per irrorare insetticidi e acaricidi a piante di piccolo sviluppo e ad arbusti;
- trattamenti con irroratrici pneumatiche a getto portato (atomizzatori a cannoncino) per raggiungere le chiome di alberi a medio e grande sviluppo con prodotti insetticidi, acaricidi e saponi neutri;
- iniezioni con immissione forzata nel tronco di prodotti insetticidi e fungicidi sistemici e non fitotossici (interventi mirati nella lotta agli insetti Coleotteri scolitidi);
- infusioni al tronco, che prevedono l'immissione lenta di prodotti, da effettuarsi quando la pianta é "in succhio" (ad esempio, per devitalizzare le ceppaie di platano affetto da cancro colorato con Glyphosate).

I tempi di intervento saranno programmati dalla Direzione lavori in base all'andamento climatico e agli attacchi parassitari. Il numero degli interventi annui sarà determinato dalla maggiore o minore virulenza degli agenti patogeni.

GARANZIE

Il periodo di garanzia viene fissato in **due anni** per l'attecchimento degli impianti vegetali. Tale periodo decorre dalla data di sottoscrizione del verbale di ultimazione lavori. Per attecchimento, di un albero o arbusto di nuovo impianto, si intenderà la ripresa vegetativa per almeno il 90% della parte epigea, senza il manifestarsi di fenomeni di essiccazione prematura di foglie, germogli e rami. Tutto il materiale vegetale dovrà avere una garanzia di sostituzione per tutto il periodo di attecchimento: tale garanzia di sostituzione sarà valida per le piante morte e per le piante che dovessero deteriorarsi gravemente durante tale periodo. In caso di morte ripetuta delle piante, la sostituzione dovrà essere effettuata ogni qualvolta necessaria, fino al definitivo attecchimento. Saranno a carico dell'Impresa l'eliminazione ed allontanamento degli esemplari morti o malati (compresa la ceppaia), la fornitura dei nuovi soggetti e la loro messa a dimora. Per le superfici prative la garanzia è estesa ad un anno (365 giorni consecutivi) dalla data di sottoscrizione del verbale di ultimazione lavori. Andranno traseminate o riseminate le aree che la Direzione Lavori riterrà opportune per

il mancato raggiungimento degli standard di copertura previsti (90% dell'area). La trasemina prevedrà l'arieggiamento del suolo e la semina di una quantità di semente doppia rispetto alla percentuale di copertura mancante, mentre nella risemina si effettueranno fresatura, rastrellatura, semina, reinterro del seme, concimazione e rullatura superficiale nelle modalità descritte in precedenza. Alle forniture, messe a dimora e formazioni di prato effettuate per sostituzione si applicheranno le medesime condizioni di garanzia previste a partire dalla loro messa a dimora o formazione.

Art. 29 QUALITÀ, CARATTERISTICHE E PROVENIENZA DEI MATERIALI PER OPERE EDILI E STRADALI - CAMPIONI E PROVE, ARREDI

Tutti i materiali impiegati dovranno essere conformi a quanto previsto nella Direttiva n. 89/106/CEE - Direttiva del Consiglio del 21 Dicembre 1988 relativa al ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari e amministrative degli Stati Membri concernenti i prodotti da costruzione e successive modifiche (G.U.C.E. 11 Febbraio 1989 – L. 40 e G.U.C.E. 30 Agosto 1993 – L. 220)

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

- **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 tra 6 ed 8.

- **Inerti**
- **pietrischi, pietrischetti, graniglia, mista naturale e ciottoli:**

  dovranno essere conformi alle normative di riferimento.
  UNI EN 12620 Aggregati per calcestruzzo,
  UNI EN 13043 Aggregati per conglomerati bituminosi e trattamenti superficiali per strade, aeroporti e altre aree soggette a traffico,
  UNI EN 13055-1 Aggregati leggeri - Parte 1: Aggregati leggeri per calcestruzzo, malta e malta per iniezione,
  UNI EN 13139 Aggregati per malta,
  UNI EN 13242 Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade,
- **mista per ricarichi:**

  dovranno essere conformi alle normative di riferimento.
  UNI EN 13242 Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade

c) Pietre naturali, laterizi, materiali per pavimentazioni

Tutti i materiali dovranno essere di prima qualità, esenti da difetti e conformi al campione presentato ed accettato dalla Direzione Lavori. Dovranno essere rispettate le prescrizioni contenute nel R.D. 16/11/1939 n. 2232: "Norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione", n. 2233: "Norme per l'accettazione dei materiali laterizi", n. 2234: "Norme per l'accettazione dei materiali per pavimentazioni" e nel fascicolo n. 5 delle norme della Commissione di studio dei materiali stradali del C.N.R.

d) Conglomerati e calcestruzzi bituminosi

I requisiti del bitume dovranno corrispondere a quelli contenuti nelle "Norme per l'accettazione dei bitumi per uso stradale" pubblicate dal Consiglio Nazionale delle Ricerche.

L'impasto dovrà essere formato a caldo, mescolando l'aggregato con bitume nei rapporti di peso prescritti. La dosatura di tutti i componenti dovrà essere fatta esclusivamente a peso.

L'aggregato dovrà essere riscaldato da un essicatore del tipo a tamburo, munito di ventilatore per l'aspirazione della polvere e dovrà essere portato a temperatura non inferiore a 120°. Il bitume, all'atto della miscela, dovrà essere a sua volta riscaldato a temperature fra i 150° e 180°.

La consegna dovrà essere eseguita in modo che giunga a piè d'opera in condizioni di sufficiente plasticità per ottenere una corretta posa in opera. Sono pertanto esclusi i calcestruzzi bituminosi riciclati o comunque provenienti da materiali di recupero.

e) Ghisa

I getti finiti di ghisa saranno unicamente ricavati dai disegni di dettaglio allegati al progetto. Tutti i getti, oltre che portare i segni di riconoscimento, come lo stemma del Comune e le diciture "Comune di Bergamo" in stampatello sulle parti mobili e sui telai, dovranno pure portare l'indicazione per esteso della ditta appaltatrice e dell'anno di fornitura. I chiusini

per l'ispezione alle condotte di fognatura o tombinatura dovranno inoltre riportare la scritta "Fognatura" o "Acque Bianche in funzione del condotto.
La ghisa per la fusione del materiale che forma oggetto dell'appalto, dovrà essere grigia di prima qualità (escludendo assolutamente tutta la ghisa ad alto tenore di zolfo e di fosforo), designata convenzionalmente G 22 UNI 668 nella tabella 668-670 del 18 gennaio 1938 dell'UNI. Essa dovrà presentare una matricie grigia a grana ben compatta, omogenea, senza presenze di soffiature, risucchi ed altri difetti suscettibili a diminuire la resistenza dei getti.
Detta ghisa dovrà potersi lavorare facilmente alla lima, allo scalpello e con altri utensili e dovrà presentare una superficie esterna dei getti liscia ed uniforme.
Verranno pertanto rifiutati i seguenti getti:

A. che presentino difetti di fusione;
B. che non siano in tutto conformi al tipo richiesto e fra loro perfettamente intercambiabili;
C. che presentino le superfici reciproche di appoggio (chiusini e forate con i relativi telai) non perfettamente piane e combacianti o che presentino fenomeni di basculamento;
D. che infine non corrispondano in tutto e per tutto alle caratteristiche di qualità e di accettazione (requisiti generali, di forme, di dimensioni, di peso, di tolleranza) contenute nella già citata tabella 668-670 del 18 gennaio 1938 dell'Ente Nazionale per l'Unificazione dell'Industria UNI; le prove di flessione o di trazione potranno essere fatte indifferentemente entrambe o una sola di esse.
E. Devono intendersi sempre compresi nei prezzi netti di contratto i sottoelencati oneri particolari, senza pertanto che l'Impresa appaltatrice possa pretendere compensi speciali:
F. esecuzione, a cura e spese dell'Impresa appaltatrice, di tutti i controlli di pesatura, dei prelievi dei campioni di materiali e relative prove ed analisi;
G. imballo, carico, trasporto, scarico ed accatastamento a regola d'arte dei materiali ordinati dalla Direzione Lavori nelle quantità e nelle località del Comune di Bergamo da essa indicate, in quanto tutti i prezzi netti liquidati devono sempre intendersi per merce resa franca di ogni spesa sul posto indicato dalla Direzione Lavori, con ogni rischio e responsabilità, in particolare per il trasporto;
H. prelievo e restituzione in ottime condizioni nei magazzini comunali, dei modelli di alluminio per le fusioni dell'Amministrazione Comunale e l'eventuale fabbricazione ed uso di altri modelli, di proprietà dell'Impresa appaltatrice, in legno o in metallo uguali ai suddetti, occorrenti per una più rapida fabbricazione delle forme colate. I modelli di alluminio di proprietà dell'Amministrazione Comunale, restituiti in cattive condizioni, dovranno essere reintegrati con modelli nuovi a cura e spese dell'Impresa appaltatrice entro 30 (trenta) giorni dall'ultimazione della fornitura, rimanendo di proprietà dell'Impresa stessa i modelli vecchi.

f) Tubi di cemento per acque bianche

I tubi dovranno essere costruiti con calcestruzzo cementizio dosato a 400 kg di cemento Portland R 425 per ogni m3 di getto, con composizione granulometrica esatta e controllata in modo che abbiano una struttura omogenea e compatta ed alla frattura nessun elemento risulti staccato dall'altro. gli aggregati litici, previamente lavati ed esenti da materiale argilloso, dovranno avere il diametro inferiore a 1/4 dello spessore delle pareti del tubo e gli elementi di grana più fine debbono risultare più addensati verso la parte interna del tubo.

Gli elementi litici del calcestruzzo dovranno essere mescolati con il legante in modo che i grani dovranno rompersi sotto l'azione del martello senza staccarsi dall'impasto.

I tubi devono essere costruiti in forme metalliche che ne garantiscano l'indeformabilità durante il getto e nel periodo di stagionatura, che non dovrà essere inferiore a 28 giorni.

I tubi dovranno rispettare le dimensioni minime e le particolarità riportate nel "Capitolato speciale d'appalto per opere di fognatura" di Defrè/di Fidio - ed. Pirola, Milano.

g) Materiali di grès

I materiali dovranno essere di grès ceramico e a struttura omogenea, smaltati internamente ed esternamente con smalto vetroso, non deformati, privi di screpolature, di lavorazione accurata e con innesto a manicotto o a bicchiere.

I tubi devono essere cilindrici e diritti con una tolleranza, nel senso della lunghezza, di curvatura con freccia inferiore ad un centesimo della lunghezza di ciascun elemento.

In ciascun pezzo i manicotti devono essere formati in modo da permettere una buona giunzione nel loro interno e l'estremità opposta sarà lavorata esternamente a scanalatura.

I pezzi, battuti leggermente con un corpo metallico, dovranno rispondere con un suono argentino per confermare una buona cottura ed assenza di screpolature non apparenti.

Lo smalto vetroso deve essere liscio specialmente all'interno, chimicamente compenetrato alla pasta ceramica, di durezza non inferiore a quella dell'acciaio ed inattaccabile dagli alcali e dagli acidi concentrati, ad eccezione soltanto del fluoridrico.

L'intera massa deve essere semifusa, senza noduli estranei, assolutamente priva di calce, dura, compatta, resistente agli acidi (escluso il fluoridrico) ed agli alcali; deve inoltre essere impermeabile in modo che un pezzo,

perfettamente secco, immerso nell'acqua non ne assorba più del 3.5% in peso; i tubi, provati isolatamente, debbono resistere alla pressione interna di almeno 3 atmosfere.

Per le caratteristiche particolari, i tubi e materiali in genere in grès dovranno rispondere alle particolarità riportate nel "Capitolato speciale di appalto per opere di fognatura" De Frè/Di Fidio - Edizioni Pirola, Milano.

h) Tubi in p.v.c. (policloruro di vinile)

I tubi in p.v.c. debbono essere del tipo non plastificato, rispondenti in tutto alle prescrizioni della tabella UNI 7447/75. Essi debbono essere del tipo 303/1 serie normale per condotti completamente interrati.

Le tubazioni dovranno presentare la superficie interna ed esterna liscia ed uniforme, esente da irregolarità e difetti. La superficie interna della sezione dovrà essere compatta, esente da cavità o da bolle.

I tubi, del diametro stabilito e della lunghezza di m 6,00 o inferiore a seconda delle necessità, debbono essere diritti ed a sezione uniforme, perfettamente sagomata.

I manufatti in resine sintetiche devono risultare stabili di fronte agli acidi inorganici ed organici (acido cloridrico, solforico, solfidrico, nitrico, acetico) ed agli alcali (idrato sodico, ammoniaca).

PRESCRIZIONI SULLE PROVE DI COLLAUDO DELLE TUBAZIONI E DELLE CONDOTTE:

Le prove di collaudo dovranno essere eseguite sia presso lo stabilimento di produzione che in opera, sempre alla presenza del Direttore dei lavori o di un suo rappresentante e dell'Ingegnere collaudatore.

Per la scelta dei tubi da sottoporre a prove, si procederà di comune accordo tra l'Impresa appaltatrice e il Direttore dei lavori.

Per le prove da eseguirsi presso lo stabilimento di produzione, i tubi dovranno essere prelevati dalla partita da fornirsi.

Si procederà innanzitutto al controllo dell'aspetto, delle dimensioni e della tolleranza dei tubi; verifiche dell'armatura (sezione e posizione dei ferri) potranno effettuarsi, praticando dei fori in tubi già sottoposti alle prove meccaniche.

Prove di rottura per schiacciamento:

Secondo le norme DIN 4032 la prova deve essere eseguita su un tubo intero lungo non meno di 1 metro.

La resistenza allo schiacciamento è definita da due carichi:

1) carico di fessurazione;
2) carico di rottura.

Il carico di fessurazione è quello che provoca l'apparizione, lungo le generatrici, di fessure aventi apertura di almeno 0,25 mm su di una lunghezza di almeno 30 cm.

Il carico di rottura è quello rapportato prima dello schiacciamento, cioè prima che il provino non sia più capace di sopportare un ulteriore carico.

I tubi verranno pertanto rifiutati nei seguenti casi:

- perché non rispondenti alle prescrizioni di dimensionamento con le relative tolleranze ed alle prescrizioni di fabbricazione di cui alle presenti norme;
- per esito negativo delle prove di accettazione;
- per manifesti difetti di proporzionamento dei componenti del calcestruzzo o mancanza di tenuta dei giunti, di deformazioni costruttive, quali la non perfetta calibratura del diametro del tubo, la non perfetta aderenza nel bicchiere tra maschio e femmina, l'affioramento della maglia di ferro all'interno o esterno della superficie del tubo;
- per danneggiamento delle testate, che non consentono di effettuare una giunzione a regola d'arte.

GLI ARREDI

La scelta delle attrezzature di arredo è strettamente vincolata ai dettagli progettuali. La Direzione lavori a suo insindacabile giudizio, si riserva di esprimere la scelta tra le varie proposte (tra quelle in possesso dei requisiti di seguito riportati), scartando tutto il materiale che non ritenesse idoneo**.**

a. Qualità e caratteristiche dei materiali e dei manufatti

Tutte le attrezzature di arredo dovranno essere costruite nel rispetto delle norme di sicurezza DIN 7926 o EN 1176 e tutti i giochi dovranno essere muniti di, come misura di controllo, sia del marchio di verifica “TUV” che del marchio di provata sicurezza “GS”.

Tutti i manufatti offerti dalle Ditte concorrenti ed i relativi materiali di cui sono composti, oltre che al rispetto delle norme citate, devono anche essere conformi alle qualità ed alle caratteristiche tecnologiche costruttive di seguito specificate:

b. **Materiali lignei**

Le parti lignee degli arredi devono essere realizzate in legno scelto di pino nordico a venatura spessa, privo di nodi, di prima qualità, con levigatura e lisciatura anti-scheggia e con spigoli arrotondati e angoli smussati; dovrà inoltre essere reso durevole resistente alle sollecitazioni meccaniche ed all'aggressione degli agenti atmosferici con un trattamento di "impregnazione a pressione", secondo la normativa DIN 68800 e 4074, trattamento che dovrà essere

assicurato dal relativo marchio di controllo "RAL" dell'Istituto tedesco per la garanzia di qualità. Tale impregnazione a pressione consiste in un trattamento a grande penetrazione (almeno 4 cm) su legno asciutto, praticato all'interno di serbatoi pressurizzati, utilizzando prodotti ad alto potere di fissaggio che hanno, tra le altre caratteristiche, le proprietà di eliminare tutti quegli elementi atti a deteriorare il legno (funghi putrefattivi, saprofiti, ecc.).

Una volta trattato il legno deve essere lasciato essiccare per almeno due mesi, per consentire il perfetto fissaggio dei sali di protezione e per favorire la completa eliminazione di qualsiasi effetto nocivo per le persone e per gli animali.

Inoltre, le superfici dei legnami e dei pannelli in "multistrato marino" di legni speciali selezionati, adatti a tutte le temperature e completamente indeformabili, sia se esposti agli agenti atmosferici, sia immersi 'm acqua con cloro e salsedine, dovranno essere ulteriormente trattati con vernici speciali pigmentate a base di cere o con lacche poliuretaniche a due componenti, prive di piombo, cloro e cadmio; ciò al fine di proteggere il legno anche dalle degradazioni chimico-fisiche esercitate dai raggi ultravioletti (azione fotolitica sulla lignina, causa principale dell'ingrigimento del legno esposto alle intemperie).

Il metodo costruttivo d'assemblaggio, se e ove realizzato con tasselli ed incastri, come da miglior carpenteria tradizionale, deve assicurare grande stabilità alle varie strutture di tutti i manufatti.

Unica eccezione sarà costituita dagli arredi per l'allestimento dell'aula verde che saranno ottenuti dal legname derivato dagli abbattimenti sul territorio cittadino, fatto salvo che per problemi di approvvigionamento, quantità e qualità dello stesso, non si renda necessario un acquisto come materiale parzialmente lavorato proveniente da produttori che forniscano adeguate garanzie di qualità.

c. **Elementi metallici**

L'assemblaggio delle varie parti che compongono gli arredi, se non é attuato mediante incastri, deve avvenire mediante particolari staffe, squadre e barre in acciaio inox o zincato a caldo in conformità con le norme UNI, in modo da conferire alle attrezzature una notevole robustezza, garantendone, nel contempo, una permanente stabilità.

Il fissaggio deve essere ottenuto con viti e bulloni anch'essi in acciaio inox o zincato a caldo e dadi autobloccanti che restano inserltì nel legno, in opportuni alloggiamenti. Dovranno inoltre essere dotati di opportune protezioni arrotondate in plastica, nylon o altri idonei materiali similari.

Tutte le parti metalliche (tubi, catene ed altri eventuali accessori), devono avere adeguato spessore ed essere in acciaio inossidabile o zincati a caldo e quindi inattaccabili dagli agenti atmosferici, in modo da garantire la massima resistenza e durata.

d. **Materiali plastici**

I materiali plastici impiegati per strutture tridimensionali devono rispettare le, norme antincendio della classe K della DIN 53438 parte 2. Le parti di maggiore sollecitazione devono dimostrare, previo collaudo d'usura secondo DIN 51963, con sabbia delle granulometrie fine e mediofine, come elemento intermediario, al massimo una perdita di peso di 0,5 g.

L'esecuzione a regola d'arte di superfici in vetroresima viene controllata mediante test della durezza BARCOL secondo DIN EN 59; il grado di indurimento può essere controllato mediante test di acetone a 30 secondi: in questo caso non deve manifestarsi alcuno scioglimento appiccicoso.

e. Verniciature

I trattamenti/rivestimenti superficiali (es. primer, smalti, coloranti, oli, cere, fogli, laminati, film di plastica) sono ammessi solo per motivi funzionali quali per assicurare la durevolezza del legno, se il legno utilizzato non è resistente al naturale; per prevenirne l'ossidazione negli elementi in leghe metalliche; per requisiti estetici essenziali.

I prodotti vernicianti per gli esterni utilizzati nei trattamenti superficiali, così come definiti all'art.1 della Decisione del 28 maggio 2014 che stabilisce i criteri ecologici per 'assegnazione del marchio di qualità ecologica (Ecolabel Europeo), debbono essere muniti di etichetta Ecolabel o essere conformi almeno ai seguenti criteri stabiliti nell'Allegato della suddetta Decisione, ovvero:

Criterio 3. Efficienza all'uso

Criterio 4. Tenore di composti volatili e semilavorati

Criterio 5. Restrizione delle sostanze e delle miscele pericolose.

I prodotti per trattamenti superficiali diversi dai prodotti vernicianti per esterni definiti all'art.1 della Decisione del 28 maggio 2014, oltre ad essere idonei all'uso, debbono essere conformi alle seguenti caratteristiche ambientali:

- non devono contenere le sostanze incluse nell'elenco delle sostanze candidate di cui all'articolo 59, paragrafo 1 del Regolamento (CE) n. 1907/2006 del Parlamento europeo e del Consiglio ovvero le sostanze identificate come estremamente preoccupanti) né devono contenere le sostanze di cui all'articolo 57 del medesimo regolamento (ovvero le sostanze da includere nell'allegato XIV "Elenco delle sostanze soggette ad autorizzazione) iscritte nell'elenco entro la data di pubblicazione del bando di gara:

- non devono contenere le sostanze o le miscele classificate o classificabili con le seguenti indicazioni di pericolo.

Art. 30 MODALITÀ' ESECUTIVE DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO

L'Impresa eseguirà tutti gli scavi necessari alla realizzazione delle opere, sia a mano che a macchina, qualunque sia il tipo di materiale incontrato, tanto all'asciutto che in presenza d'acqua. Gli scavi saranno eseguiti in larghezza, lunghezza e profondità secondo quanto indicato nei disegni e nei particolari di progetto. Gli scavi eseguiti dall'Impresa per comodità di lavoro od altri motivi, senza autorizzazione scritta della Direzione Lavori, non saranno contabilizzati agli effetti del pagamento.

Gli scavi dovranno essere condotti in modo da non sconnettere e danneggiare il materiale d'imposta. L'Impresa prenderà tutte le precauzioni necessarie per evitare gli smottamenti delle pareti dello scavo, soprattutto in conseguenza di eventi meteorologici avversi e metterà in atto tutti gli accorgimenti necessari per evitare danni alle persone ed alle opere e sarà obbligata a provvedere a suo carico alla rimozione delle eventuali materie franate.

Essa dovrà inoltre provvedere a sue spese affinché le acque scorrenti alla superficie del terreno siano deviate in modo che non abbiano a riversarsi negli scavi.

La Direzione Lavori potrà ordinare che le armature di sostegno degli scavi siano aumentate o rinforzate per motivi di sicurezza senza che questo possa creare motivo di reclamo o richiesta di compensi da parte dell'Impresa.

In ogni caso l'Impresa sarà l'unica responsabile per i danni alle persone ed alle opere che possono derivare da cedimenti delle pareti di scavo.

La manutenzione degli scavi, lo sgombero dei materiali eventualmente e per qualsiasi causa caduti entro gli scavi stessi sarà a totale carico dell'Impresa indipendentemente dal tempo che trascorrerà fra l'apertura degli scavi ed il loro rinterro, che potrà essere effettuato solo dopo l'autorizzazione della Direzione Lavori e con le modalità da questa eventualmente prescritte in aggiunta od in variante a quanto indicato in queste specifiche.

Programma di Scavo

Un mese prima della esecuzione degli scavi, l'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori una relazione dettagliata in cui indicherà i mezzi e le modalità di esecuzione dei lavori, nonché il programma dettagliato delle opere con gli avanzamenti previsti mese per mese.

Nell'esecuzione l'Impresa dovrà attenersi a tale programma, previamente approvato dalla Direzione Lavori.

Sarà facoltà della Direzione Lavori disporre variazioni a tale programma, prima dell'inizio dei lavori o nel corso di essi.

Resta, in ogni caso, stabilito che il sistema adottato, ed in special modo la successione delle varie fase di lavoro, dovrà essere rispondente alle migliori norme di esecuzione per i lavori del genere e rispettare le norme di sicurezza e le prescrizioni del piano di sicurezza, in relazione alle caratteristiche dei terreni da attraversare e al tempo stabilito per l'utilizzazione di tutte le opere connesse.

Variazioni delle linee di scavo

Le variazioni nella quantità e profondità degli scavi non potranno giustificare richieste di compensi speciali da parte dell'Impresa, al di fuori di quanto risultante dall'applicazione dei prezzi di contratto.

La quota definitiva di fondazione delle opere verrà stabilita d'accordo con la Direzione Lavori, in base alle effettive condizioni naturali riscontrate all'atto dello scavo; pertanto i piani di imposta sui disegni hanno valore puramente indicativo.

Non si potrà procedere alla esecuzione del getto di calcestruzzo per le fondazioni se prima la superficie di scavo non sia stata ispezionata ed approvata dalla Direzione Lavori, pena la demolizione del già fatto.

L'Impresa, inoltre, dovrà, provvedere a sua cura e spese, al riempimento dei vani rimasti al di fuori delle linee indicate con materiali che saranno specificati dalla Direzione Lavori di caso in caso.

Classificazione degli Scavi

Gli scavi interesseranno terreno sciolto di qualsiasi natura, vale a dire qualsiasi materiale che non sia la roccia. Rientrano in questa categoria di scavi anche i pezzi isolati di roccia inferiori a 0,75 m^3.saranno classificati come più sotto indicato:

Tipi di Scavi

a) Scavi di sbancamento

Per "scavo di sbancamento" s'intende quello occorrente per lo spianamento e sistemazione del terreno su cui dovranno sorgere le costruzioni, per la sistemazione dei piazzali, per la formazione di piani d'appoggio per platee di fondazione, scantinati, vespai, ecc., ed in generale qualsiasi scavo a sezione aperta in vasta superficie che permetta l'impiego di normali mezzi meccanici od ove sia possibile l'allontanamento delle materie di scavo, sia pure con la formazione di rampe provvisorie, che saranno eseguite a carico dell'impresa. Saranno pertanto considerati scavi di sbancamento anche quelli che si trovino al di sotto del piano di campagna quando gli scavi rivestano i caratteri sopra accennati.

b) Scavi di fondazione

Si definisce "scavo di fondazione" lo scavo incassato ed a sezione ristretta effettuato sotto il piano di sbancamento disposto per accogliere gli elementi di fondazione di strutture, ed in generali tutti gli scavi che abbiano una larghezza media inferiore a 3,00 m ed una profondità uguale o superiore a 1/3 della larghezza.

c) Scavi per tubazioni e canalizzazioni

Si definisce "scavo per tubazioni e canalizzazioni" lo scavo incassato ed a sezione ristretta effettuato sotto il piano di sbancamento disposto per posare canalette, fognature, condutture e tombinature. Gli scavi per posa in opera tubazioni dovranno avere sezione e larghezza tali da rendere agevole ogni manovra necessaria per la posa dei tubi, l'esecuzione delle giunzioni, le prove e le relative ispezioni e, eventualmente, lo smontaggio di condutture preesistenti.

Il fondo degli scavi aperti per il collocamento delle tubazioni dovrà essere ben spianato e con le pendenze prescritte. Non saranno permesse sporgenze o infossature superiori ai 5 centimetri dal piano delle livellette di progetto. Nei punti corrispondenti alle giunzioni dei tubi e all'atto della posa di questi, si dovranno scavare, qualora necessario, nicchie larghe e profonde in modo da permettere di eseguire alla perfezione i giunti fra i tubi e di eseguire le ispezioni durante le prove.

L'avanzamento degli scavi dovrà essere adeguato all'effettivo avanzamento delle forniture dei tubi. Le eventuali discontinuità nel ritmo di fornitura non potranno però, in nessun caso, dare titolo all'Impresa di richiedere compensi, maggiori di lavoro in maniera adeguata a quella della fornitura della tubazione. La Direzione Lavori si riserva il diritto di stabilire di volta in volta la lunghezza dello scavo da aprire.

Materiale scavato e conferimenti

Il materiale scavato sarà di proprietà del Committente. La Direzione Lavori giudicherà dell'eventuale impiego del materiale scavato per l'utilizzo dello stesso nella formazione di rilevati o rinterri inerenti alla realizzazione delle opere e darà disposizioni circa l'invio alle discariche dei restanti quantitativi non utilizzati. Il materiale destinato a futura utilizzazione dovrà essere sistemato nelle aree che la Direzione Lavori metterà a disposizione come deposito, senza compenso supplementare. Senza compenso supplementare dovrà inoltre essere effettuato la stesa e sistemazione del terreno di risulta degli scavi nell'ambito del cantiere, se richiesto dalla Direzione Lavori.

A cura e spese dell'Impresa il materiale non utilizzato dovrà essere allontanato senza indugio e trasporto a rifiuto a qualsiasi distanza a pubbliche discariche o su area che l'Impresa deve provvedere a sue spese.

Tali aree verranno scelte in modo da non arrecare alcun danno ai lavori, alle proprietà ed al libero deflusso delle acque e pertanto verranno scelte a sufficiente distanza a valle delle zone interessate dalle opere. La Direzione Lavori farà asportare, addebitando la relativa spesa all'Impresa, le materie che fossero state depositate in contravvenzione alle precedenti disposizioni.

smottamenti

L'Impresa prenderà tutte le precauzioni possibili ed userà i metodi di scavo più idonei allo scopo di evitare smottamenti oltre le linee di scavo indicate nei disegni di progetto o approvate dalla Direzione Lavori. Qualsiasi smottamento, movimento di massi o terra, che si verifichi nelle aree e che secondo la Direzione Lavori sia dovuto a negligenza o mancanza di misure di precauzione sarà eliminato a carico dell'Impresa. Se tali smottamenti oltrepassano le linee fissate per gli scavi e siano richiesti riempimenti per ripristinare le linee di progetto con impiego di materiali come: argilla, calcestruzzo, ghiaia, ecc., l'onere relativo sarà a carico dell'Impresa. I materiali di riempimento saranno scelti dalla Direzione Lavori. Se, a giudizio della Direzione Lavori, gli smottamenti fossero derivati da cause non imputabili all'Impresa il costo dei lavori sarà contabilizzato secondo i prezzi indicati nell'Elenco Prezzi o, in mancanza di questi, secondo gli accordi presi fra l'Impresa e la Direzione Lavori.

Armature di sostegno degli scavi e strutture esistenti

L'Impresa è responsabile della stabilità delle superfici degli scavi, e delle strutture e fabbricati esistenti in prossimità degli stessi, di conseguenza dovrà predisporre armature di sostegno e di contenimento degli scavi in quantità tale da garantire la sicurezza delle opere.

Qualora, data la natura del terreno e la profondità degli scavi e le caratteristiche delle strutture e fabbricati adiacenti, le normali sbadacchiature non si dimostrassero sufficienti, si dovrà procedere all'armatura detta a cassa chiusa (marciavanti) delle pareti della zona, limitatamente alle zone che ne richiederanno l'impiego.

L'eventuale uso di armature degli scavi con palancole metalliche o sistemi simili dovrà essere autorizzato per iscritto dalla Direzione Lavori.

- **Prescrizioni generali**

Gli scavi all'aperto ed in sotterraneo dovranno, tempestivamente e per iniziativa dell'Impresa, essere sostenuti dalle necessarie armature metalliche o di altra natura, sufficientemente robuste per resistere alle spinte che, secondo la natura dei terreni, saranno chiamate a sopportare; dette armature dovranno essere poste in opera a regola d'arte.

La superficie dello scavo, negli interspazi fra le armature, dovrà essere sostenuta là dove risultasse necessario, con longarine, lastre prefabbricate, lamiere ed in genere con tutti i mezzi e gli accorgimenti atti ad impedire frane e rilasci e ciò sotto la diretta responsabilità dell'Impresa.

- **Armature provvisorie**

L'Impresa è responsabile della stabilità delle superfici degli scavi, pertanto dove sia necessario, l'Impresa dovrà provvedere a puntellare e sbatacchiare gli scavi con armature, in modo da evitare danni alle persone ed alle opere in costruzione. La Direzione Lavori potrà ordinare che le armature degli scavi siano aumentate o rinforzate, senza che questo possa costituire motivo di reclamo da parte dell'Impresa.

Le armature provvisorie saranno tolte dallo scavo quando la loro funzione portante sarà terminata. Le armature occorrenti per gli scavi devono essere eseguite a perfetta regola d'arte, in modo da impedire qualsiasi cedimento o deformazione dei materiali non interessati dallo scavo. L'onere per la fornitura di armature provvisorie, per il magistero anche specializzato per la loro messa in opera e per la loro rimozione, qualunque ne sia il tipo ed il numero risultante necessario, è compreso e compensato nei prezzi degli scavi.

Rifinitura delle superfici di scavo

L'Impresa dovrà rimuovere dalle pareti e dal fondo degli scavi tutti i frammenti di roccia che fossero instabili e pulire con acqua ed aria compressa tutte le superfici. Nel caso di scavo in roccia le fenditure dovranno essere riempite di calcestruzzo tipo D.

Transito stradale

Qualora gli scavi abbiano sviluppo lungo strade delimitate da fabbricati, il loro inizio dovrà essere preceduto da attento esame delle fondazioni, degli edifici antistanti, esame che potrà essere integrato da idonei sondaggi per accertare la natura, profondità e consistenza delle fondazioni stesse in modo da prendere i necessari provvedimenti per evitare qualsiasi danno a edifici e strutture.

Sarà cura dell'Impresa redigere in contraddittorio, con i legittimi proprietari, lo stato di consistenza di quelle strutture o edifici che presentino lesioni o inducano a prevederne la formazione durante i lavori. La realizzazione sarà corredata da completa documentazione, anche fotografica, installando se necessario, idonee spie.

Tutti gli oneri derivanti da tali operazioni saranno a carico dell'Impresa. Durante l'esecuzione dei lavori comunque interessanti le strade, quale ne sia la categoria e l'entità del traffico, e per tutta la loro durata dovranno essere adottate tutte le disposizioni necessarie per garantire la libertà e la sicurezza del transito personale e meccanizzato a norma di leggi vigenti.

Dovranno essere costruiti appositi ponticelli di legno o a struttura metallica tubolare, della larghezza minima di 0,60 m, protetti lateralmente da corrimano per dare comodo accesso ai fabbricati situati lateralmente alle trincee.

Sono egualmente a carico dell'Impresa le segnalazioni luminose di pericolo di tutti gli ostacoli al libero traffico. Dette segnalazioni devono essere tenute in funzione ogni qualvolta ci sia poca visibilità di giorno e per tutta la notte e dovranno essere sorvegliate continuamente per evitare che qualsiasi causa rimangano spente.

Quando per ordine della Direzione Lavori si renda necessario impedire il traffico nelle aree interessate dai lavori, l'Impresa dovrà provvedere all'ottenimento dei relativi permessi all'Autorità competente, ad installare le segnalazioni luminose e gli sbarramenti a cavalletto dell'impedimento.

Interferenze con altri servizi

Tutte le volte che nell'esecuzione dei lavori si incontreranno condutture o cunicoli di fogne, tubazioni di gas o d'acqua, cavi elettrici, telegrafici e telefonici od altri ostacoli imprevedibili per cui si rendesse indispensabile qualche variante al tracciato ed alle livellate di posa, l'Impresa ha l'obbligo di darne avviso alla Direzione Lavori, che darà le necessarie disposizioni del caso.

Resta stabilito che non sarà tenuto conto degli scavi eccedenti a quelli ordinati né delle maggiori profondità a cui l'impresa si sia spinta senza ordine della Direzione Lavori. Particolare cura dovrà porre l'Impresa affinché non siano danneggiate dette opere nel sottosuolo e pertanto Essa dovrà fare quello che sia necessario per mantenere le opere stesse nella loro primitiva posizione utilizzando in tal senso sostegni, puntelli, sbadacchiature, sospensioni, ecc.

Dovrà quindi avvertire immediatamente l'Amministrazione competente e la Direzione Lavori. Ogni onere connesso all'esecuzione degli scavi in presenza di altri servizi (sostegni provvisori, puntellamenti, cautele e rallentamenti, ecc..) è a carico dell'Impresa essendosene tenuto conto nei prezzi di elenco.

Nel caso che l'apertura di uno scavo provochi emanazioni di gas, si allontanerà immediatamente dalla zona ogni causa che possa provocare incendi od esplosioni e si avvertiranno le Autorità competenti.

Resta comunque stabilito che l'Impresa è responsabile di ogni qualsiasi danno che possa derivare dai lavori a dette opere nel sottosuolo e che è obbligato a ripararlo o a farlo riparare al più presto sollevando il Committente e la Direzione Lavori da ogni gravame, noia o molestia.

Qualora per effetto dei lavori da eseguire dovesse manifestarsi la necessità di spostare provvisoriamente o definitivamente alcuni di tali servi, l'Appaltatore dovrà darne preavviso alla Direzione Lavori e ottenere le necessarie autorizzazioni, le prestazioni così autorizzate sono a carico della Stazione Appaltante.

Misurazioni e pagamenti

I rilievi e la misurazione degli scavi agli effetti del pagamento saranno eseguiti in contraddittorio con l'Impresa prima dell'inizio dei lavori ed al momento della contabilizzazione.

La misurazione degli scavi verrà effettuata come segue:

- gli scavi di sbancamento saranno misurati a volume di materiale in posto computato con il metodo delle sezioni ragguagliate;
- gli scavi di fondazione saranno computati per un volume uguale a quello risultante dal prodotto della base di fondazione per la sua profondità sotto il piano degli scavi di sbancamento ovvero del terreno naturale quando detto scavo di sbancamento non viene effettuato;

- gli scavi per la posa di tubazioni di diametro interno superiore a 30 cm saranno misurati a volume in base alle sezioni obbligate di scavo risultanti dai disegni di progetto distinguendo la parte di scavo di profondità inferiore o uguale a m 3,50 dal piano campana originario o dal piano ottenuto a seguito di sbancamento, dalla parte di scavo di profondità superiore, salvo che la Direzione Lavori non adotti a suo insindacabile giudizio, altri sistemi; nel caso di scavi mediante l'uso di palancole metalliche, gli scavi saranno computati per il volume effettivo senza riferimenti alle sezioni obbligate risultanti dai disegni di progetto;
- gli scavi per la posa delle tubazioni di diametro interno inferiore o uguale a 30 cm la cui profondità del piano di posa sia compresa tra 1 e 2 m e saranno misurati a volume uguale a quello risultante dal prodotto della larghezza misurata al piano di appoggio delle tubazioni per la sua profondità dal piano stradale o di campagna.

Lo scavo per la formazione di eventuali taglioni o fossi o strutture di sezione orizzontale minore di quella delle fondazioni sovrastanti saranno valutati a parte, con lo stesso criterio di quelle superiori partendo dalla quota di fondo della fondazione sovrastante.

Materiale di discarica

La misurazione del materiale da trasportare alle discariche verrà effettuata a volume di materiale misurato in posto prima del carico.

Il prezzo di cui all'articolo dell'Elenco Prezzi, compensa il trasporto dei materiali giacenti in cantiere alle discariche valutato per m3. A richiesta della Direzione Lavori il terreno in eccedenza dovrà essere disteso e livellato o spianato in cantiere senza sovrapprezzo.

Transito Stradale

Gli oneri derivanti dagli accorgimenti e dalle opere adottati per garantire la libertà di transito stradale nella zona dei lavori, sono compresi e compensati nei relativi prezzi di scavo.

Spostamento sottoservizi

Gli oneri derivanti dall'attraversamento nel sottosuolo di condutture, tubazioni, cavi, ecc. incontrati durante l'esecuzione dei lavori saranno compensati con i prezzi dell'Elenco Prezzi.

Scarifica di pavimentazioni esistenti realizzata con sistemi tradizionali

La demolizione dell'intera o parziale pavimentazione bituminosa può essere effettuata con l'impiego di attrezzature tradizionali quali escavatori, pale meccaniche, demolitori, scarificatori o ripper a discrezione della Direzione Lavori. Le pareti dello scavo dovranno risultare perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e privo di sgretolamenti.

I bordi verso le pavimentazione da mantenere sia in senso longitudinale che trasversale dovranno presentare un taglio netto e perfettamente verticale eseguito con apparecchiature di taglio a disco diamantato.

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

L'Impresa è inoltre tenuta a regolarizzare, pulire ed eventualmente compattare il piano di posa della pavimentazione demolita..

Fresature di strati di conglomerato bituminoso con idonee attrezzature

La fresatura della sovrastruttura per la parte legata a bitume per l'intero spessore o parte di esso dovrà essere effettuata con apposite macchine fresatrici autocaricanti, munite di frese a tamburo, funzionanti a freddo e dotate di nastro trasportatore per il carico del materiale di risulta direttamente sull'autocarro.

Tutte le attrezzature dovranno essere perfettamente efficienti e funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensionali e prestazionali approvate dalla D.L..

La superficie di scarifica dovrà risultare perfettamente regolare in tutti i punti, priva di residui di strati non completamente fresati che possono compromettere l'aderenza delle nuove pavimentazioni da posare (questa prescrizione non è valida nel caso di demolizione integrale degli strati bituminosi).

L'impresa dovrà attenersi scrupolosamente agli spessori di demolizione stabiliti dal progetto oppure ordinati dalla Direzione 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 che potrà eventualmente autorizzare la modifica delle quote di scarifica

Il rilievo dei nuovi spessori dovrà essere effettuato in contraddittorio.

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

La pulizia del piano di scarifica dovrà essere eseguita con attrezzature munite di spazzole rotanti e/o dispositivi aspiranti o simili in grado di dare un piano perfettamente pulito.

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

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

In corrispondenza dei chiusi di ispezione di qualsiasi genere, di forate o pilette si dovrà provvedere alla asportazione dello stesso spessore di pavimentazione attuata sul resto delle superficie oggetto di intervento utilizzando se del caso apparecchiature di ridotte dimensioni o procedendo a mano

Sia il piano fresato che le pareti dovranno, prima della posa in opera dei nuovi strati, risultare perfettamente puliti, asciutti e uniformemente rivestiti della mano di aggrappo in emulsione bituminosa nella quantità indicata nelle specifiche voci riportate nei seguenti Articoli.

Calcestruzzi semplici ed armati

Gli impasti di conglomerato cementizio semplici o armati dovranno essere eseguiti in conformità alle prescrizioni contenute nel D.M. 26/3/1980 "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso". Tutte le opere in cemento armato facenti parte dell'appalto saranno eseguite in base ai calcoli di stabilità accompagnati da disegni esecutivi e da una relazione, che dovranno essere redatti e firmati da un Ingegnere specialista e che l'Impresa appaltatrice dovrà presentare alla Direzione lavori entro il termine che le verrà prescritto, attenendosi agli schemi e disegni facenti parte del progetto ed allegati al contratto od alle norme che verranno eventualmente impartite all'atto della consegna dei lavori. L'esame e la verifica da parte della Direzione lavori dei progetti delle varie strutture in cemento armato non esonera in alcun modo l'Impresa appaltatrice dalle responsabilità derivanti per legge e per le precise pattuizioni del contratto, restando stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla Direzione lavori nell'esclusivo interesse dell'Amministrazione comunale, l'Impresa appaltatrice stessa rimane l'unica e completa responsabile delle opere, sia per quanto riguarda la loro progettazione e calcolo, che per la qualità dei materiali e la loro esecuzione: dovrà pertanto rispondente di eventuali conseguenti inconvenienti di qualsiasi natura che dovessero verificarsi.

Tombinature e fognature

Potranno essere costruite con tubazioni di cemento, di p.v.c. o di grès, completati da camerette d'ispezione di testa ed intermedie e dagli allacciamenti degli scarichi stradali e privati. Detti tubi o condotti saranno posti in opera su sottofondo in calcestruzzo dosato a 200 kg di cemento R 325 per m^3 d'impasto dello spessore di cm 10 e saranno quindi sigillati con malta di cemento; dopo di che si procederà al getto laterale di rinfianco, sempre dello spessore di cm 10, che dovrà raggiungere la quota di cm 10 superiore all'estradosso del tubo o del condotto; si procederà quindi al reinterro dei predetti manufatti, ponendo intorno ad essi sabbia o ghiaia, secondo le prescrizioni della Direzione lavori e successivamente posando i materiali aridi di riempimento, da costiparsi a rifiuto a strati non superiori a cm 50. Qualora si procedesse al reinterro di un condotto senza preventivo assenso della Direzione lavori, l'Impresa appaltatrice sarà tenuta a scoprirlo, onde permettere le necessarie verifiche.

Manufatti unificati

Tutti i manufatti stradali, di tombinatura, di fognatura e di ogni altro genere in materiale bituminoso, pietra, ferro, ghisa, alluminio, calcestruzzo, saranno del tipo unificato conforme ai relativi disegni unificati in vigore presso l'Amministrazione comunale di Bergamo

Fondazione, massicciate e rilevati

La fondazione di una strada sarà di norma costituita da uno strato di spessore uniforme di "ghiaia mista di fiume" (tout-venant), priva di sostanze organiche, di pezzatura varia e continua, con elementi fino ad un diametro massimo di cm 15; questo strato, dello spessore compresso indicato dalla Direzione lavori e proporzionato sia alla natura del sottofondo che alle caratteristiche del traffico, dovrà essere posto all'interno di adatto cassonetto, con superficie di posa opportunamente livellata, secondo le sezioni di progetto e con i necessari riferimenti di quota per indicare la superficie finita; la mista dovrà essere completamente costipata con i necessari passaggi di rullo compressore o di altra apposita ed adatta attrezzatura meccanica di costipamento, a strati non superiori a cm 30.

La succitata "ghiaia mista di fiume", se ordinato dalla Direzione lavori, dovrà essere posta su uno strato compresso di sabbione di cava di fiume, di spessore indicato dalla Direzione lavori.

I ricarichi a macadam su nuova massicciata o su vecchia strada eventualmente scarificata saranno eseguiti mediante pietrisco greggio di dimensioni 40-71 mm o mista di fiume frantumata con elementi di dimensione massima di cm 6, opportunamente cilindrati.

La cilindratura meccanica, del tipo chiuso, dovrà essere eseguita con rullo compressore del peso di 16-18 t il quale, nella sua marcia di funzionamento, manterrà una velocità oraria non superiore a Km 3 e dovrà procedere dai fianchi verso il centro.

La cilindratura dovrà essere accompagnata da abbondante innaffiamento, intendendosi detto onere compenetrato nei prezzi di elenco.

La Direzione lavori si riserva la facoltà di fare allontanare, a cura e spese dell'Impresa appaltatrice, i materiali di qualità scadente: altrettanto dicasi nel caso che i materiali non fossero messi in opera con le modalità prescritte dalla Direzione lavori.

Strato di Fondazione

Descrizione:

Lo strato di fondazione è lo strato della sovrastruttura a contatto con il terreno di appoggio (sottofondo), avente la funzione di trasmettere le azioni verticali ripartendole attenuate al sottofondo.

Lo strato di fondazione deve essere realizzato con misto granulare costituito da un aggregato in frazione unica. La natura petrografica del materiale potrà essere diversificata purché vengano soddisfatte tutte le caratteristiche prestazionali richieste per tale strato.

Lo strato di fondazione potrà essere composto da materiale naturale proveniente da frantumazione.

I misti granulari impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione. Ogni fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata **UNI EN 13242** "Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade".

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

Caratteristiche dei materiali

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

L'aggregato deve avere dimensioni tali da risultare completamente passante al setaccio da 63 mm;

Il contenuto di fini, passante al setaccio da 0,063 mm (f), secondo la norma UNI EN 933-1, deve risultare inferiore al 15% [f_{15}],

Il Coefficiente di appiattimento (FI), secondo la norma UNI EN 933-3, deve risultare inferiore al 50% [FI_{50}],

Il Coefficiente di forma (SI), secondo la norma UNI EN 933-4, deve risultare inferiore al 55% [SI_{55}],

La perdita in peso alla prova Los Angeles (LA) secondo la norma UNI EN 1097-2, eseguita sulle singole pezzature, , non deve essere superiore al 35% [LA_{35}],

L'equivalente in sabbia, secondo la norma UNI EN 933-8, determinato sull'aggregato della miscela da utilizzare, deve essere compreso fra 30% e 65%. Valori differenti da quelli indicati potranno essere accettati dalla Direzione Lavori solo dopo che i risultati prestazionali (valori di cbr) daranno esito favorevole.

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 "Indagini e prove geotecniche - Prove di laboratorio sui terreni - Parte 12: Determinazione dei limiti di Atterberg", non superiore al 25%; il Limite Plastico e l'Indice di Plasticità non devono essere determinabili.

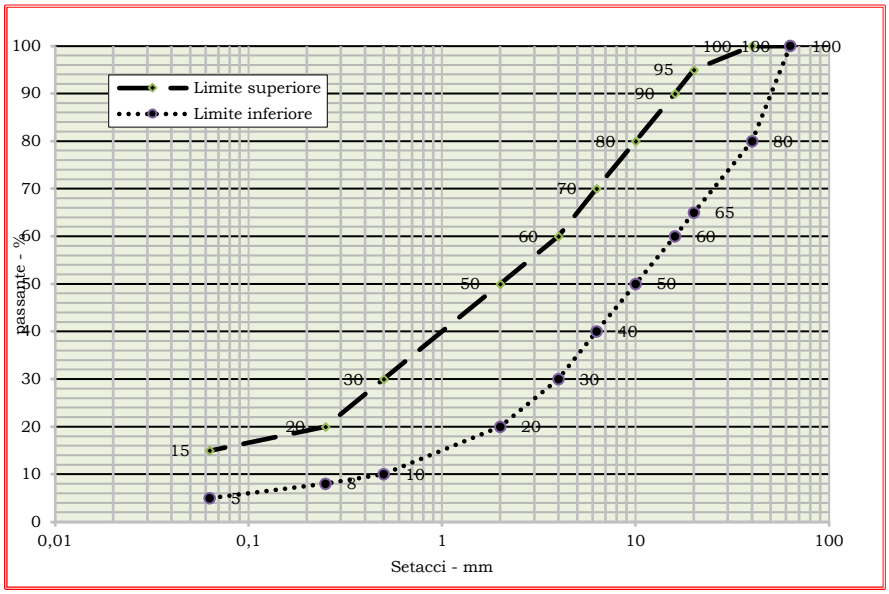
Composizione granulometrica dello strato di fondazione:

La granulometria, eseguita secondo la norma UNI EN 933-1, deve essere compresa nel seguente fuso e deve avere andamento continuo ed uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti inserite nella Tabella 1 e rappresentati graficamente nel Grafico 1. La granulometria, in frazione unica, dovrà appartenere alle Categorie G_A80 o G_A85.

Tabella 1

Setacci a maglia quadra (serie fondazione + set 2) Apertura maglie in mm	**Passante in peso**	
	Limite inferiore	**Limite superiore**
Setaccio 63	100	100
Setaccio 40	80	100
Setaccio 20	65	95
Setaccio 16	60	90
Setaccio 10	50	80
Setaccio 6,3	40	70
Setaccio 4	30	60
Setaccio 2	20	50
Setaccio 0,5	10	30
Setaccio 0,25	8	20
Setaccio 0,063	5	15

Grafico 1



Studio della miscela in laboratorio (mix-design):

La Direzione Lavori, quando ne riterrà opportuno potrà richiedere all'Appaltatore uno studio della miscela che si intende utilizzare. Nello studio dovranno essere indicate tutte le prove precedentemente richieste. L'Appaltatore dovrà preliminarmente e con congruo anticipo all'inizio dei lavori, svolgere lo studio di fattibilità e di ottimizzazione dei materiali che intende utilizzare e presentarlo alla Direzione Lavori che si riserverà di accettarne le caratteristiche. L'appaltatore è tenuto ad allegare allo studio di fattibilità anche copia dell'etichetta della marcatura CE del materiale che intende utilizzare.

Prestazioni del misto granulare per strato di fondazione:

Nello studio preliminare, oltre alle caratteristiche dei materiali, dovranno essere rese evidenti le seguenti caratteristiche prestazionali:

Una volta definita la composizione granulometrica della miscela di inerti, l'umidità ottimale di costipamento e la relativa densità massima secca della miscela di progetto sarà determinata mediante studio Proctor, eseguita secondo la Norma UNI EN 13286-2 "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. (in alternativa la norma CNR B.U. n.69:1978).

Se il materiale impiegato contiene una percentuale (m) di materiale eccedente alla dimensione massima dell'aggregato (*D)* il risultato deve essere corretto secondo le seguenti formule:

per il calcolo della densità corretta sarà utilizzata la seguente formula:

$$\rho d' = \rho d * (1 - m) + 0{,}9 * m * \rho ssd$$

dove:

ρd' = è la corretta densità secca del campione intero, espressa in Mg/mc

ρd = è la corretta densità secca del campione testato, espressa in Mg/mc

ρssd = è la densità delle particelle del campione eccedente, in condizioni di saturazione e a superficie asciutta (norma UNI EN 1097-6), espressa in Mg/mc

Operando ripetutamente nel modo suddetto, con l'impiego di percentuali in peso d'acqua diverse potranno essere determinati i valori necessari al tracciamento dei diagrammi di studio. La variazione della percentuale di cemento nello studio sarà pari allo 0,5% in peso.

Operando ripetutamente nel modo suddetto, con l'impiego di percentuali in peso d'acqua diverse potranno essere determinati i valori necessari al tracciamento dei diagrammi di studio.

L'indice di portanza californiano C.b.r., secondo la normativa UNI EN 13286-47, determinato dopo aver sottoposto il campione a quattro giorni di imbibizione in acqua, subito dopo il confezionamento del provino, deve risultare non inferiore al 40%. L'indice C.b.r., inoltre, non dovrà scendere al di sotto del valore anzidetto per variazioni dell'umidità ottima di costipamento di ±2%.

Modalità esecutive (applicazione):

Lo strato di fondazione sarà applicato solo dopo che sarà verificata la buona qualità dello strato di sottofondo.

Il misto granulare verrà steso in strati di spessore finito non superiore a 30 cm e non inferiore a 12 cm. Qualora sia prevista l'applicazione di più strati di fondazione, la Direzione Lavori richiederà delle verifiche prestazionali sullo strato finito prima di autorizzare l'applicazione di quello successivo.

L'eventuale aggiunta di acqua, necessaria per raggiungere l'umidità ottimale di costipazione, è da effettuarsi mediante idonei mezzi o dispositivi spruzzatori in grado di irrorarla uniformemente su tutta la superficie senza formare ristagni localizzati. Il costipamento sarà effettuato con rulli di idoneo peso o con l'attrezzatura più idonea al tipo di materiale impiegato e comunque dovrà essere preventivamente approvata da parte della Direzione Lavori.

Dopo la cilindratura dello strato non dovrà presentarsi nessuna segregazione superficiale dei suoi componenti.

L'applicazione dello strato di fondazione deve essere eseguita quando le condizioni meteorologiche lo permettano e dovranno essere sospese quando le condizioni ambientali ne possano compromettere la buona esecuzione (pioggia, neve, gelo).

Controllo dei requisiti di accettazione (prove di controllo):

La Direzione Lavori potrà provvedere al prelievo ed alla verifica dei campioni di materiale durante la stesa al fine di controllarne le caratteristiche fisico-meccaniche e verificarne la conformità con quanto prescritto nella presente Norma Tecnica.

Al termine della cilindratura di ogni strato di fondazione la Direzione Lavori potrà richiedere l'esecuzione delle seguenti prove al fine di verificare le caratteristiche dello strato.

Peso specifico di una terra in situ, secondo la Norma CNR B.U. n° 22:1972, in relazione alla densità massima determinata con procedura AASHTO Modificato, tale valore non dovrà essere inferiore al 95% della densità Proctor determinata attraverso le prove dei definizione del mix-design.

Modulo di deformazione M_d determinato con prova di carico su piastra al primo ciclo di carico, nell'intervallo di pressione compreso tra (σ1) 0,15 e (σ2) 0,25 N/mm^2, secondo la Norma Svizzera SNV 670 317b; esso dovrà risultare non inferiore a 50 Mpa;

Verifica dello spessore dello strato finito: saranno previste tolleranze, in più o in meno, fino al 5% dello spessore totale.

Nel caso di riempimenti o rilevati nei quali è prevista l'applicazione di più strati sovrastanti, la Direzione Lavori potrà richiedere la verifica delle suddette prove di controllo su ogni strato, prima di consentire l'applicazione dello strato successivo.

1. Obblighi da parte dell'appaltatore (documentazione Marcatura CE):

La Direzione Lavori si riserva di non accettare il materiale inerte presentato dall'Appaltatore qualora questo sia sprovvisto della necessaria documentazione attestante la marcatura CE.

Il produttore o il suo rappresentante autorizzato, designato dell'EEA, è responsabile dell'applicazione della marcatura CE. Il simbolo di marcatura CE da applicare deve essere conforme alla Direttiva 93/68/CE e deve figurare sull'etichetta allegata ai documenti commerciali di accompagnamento (DDT). Il simbolo di marcatura CE deve essere accompagnato dalle informazioni seguenti:

- numero di identificazione dell'organismo di certificazione (solo per prodotti sotto il sistema 2+);
- nome o marchio identificativo e indirizzo registrato del produttore;
- le ultime due cifre dell'anno in cui si applica la marcatura;
- numero del certificato di controllo della produzione in fabbrica (solo per prodotti sotto il sistema 2+);
- riferimento alla presente norma europea;
- descrizione del prodotto: nome generico, materiale, dimensioni e impiego previsto;
- informazioni sui requisiti essenziali rilevanti, elencati nel prospetto ZA.1 della norma europea armonizzata UNI EN 13242;
- "Nessuna prestazione determinata" per requisiti ove ciò sia rilevante.

Qualora le voci prestazionali richieste nei paragrafi precedenti, e presenti obbligatoriamente nell'Etichetta della Marcatura CE, allegate al DDT del materiale utilizzato, riportino l'opzione "Nessuna prestazione determinata" (NPD) la Direzione Lavori richiederà necessariamente l'esecuzione dello Studio della miscela in laboratorio (mix-design) secondo le modalità precedentemente descritte, da presentarsi con congruo anticipo all'esecuzione dei lavori.

Strato di base in misto granulometricamente stabilizzato

Descrizione:

Lo strato di base è lo strato intermedio disposto tra lo strato superficiale (bituminoso) e lo strato di fondazione. Ad esso è demandato principalmente il compito di resistere ai carichi verticali trasmessi localmente dallo strato superficiale, ripartendolo sui sottostanti strati di fondazione.

Lo strato di base deve essere realizzato con misto granulare corretto granulometricamente, con una composizione che deve essere corretta con l'aggiunta o la sottrazione di determinate frazioni granulometriche con lo scopo di migliorarne le proprietà fisico-meccaniche, oppure può essere costituito da un misto granulare di

frantumazione (misto frantumato) in frazione unica. La natura petrografica del materiale potrà essere diversificata purché vengano soddisfatte tutte le caratteristiche prestazionali riportate nella presente Norma Tecnica.

Lo strato di base potrà essere composto da materiale di apporto, oppure da correggersi meccanicamente o fisicamente impiegando idonee attrezzature in impianti fissi o mobili.

I misti granulari impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione. Ogni fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13242 "Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade".

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

Caratteristiche dei materiali:

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

L'aggregato deve avere dimensioni tali da risultare completamente passante al setaccio da 63 mm;

Il contenuto di fini, passante al setaccio da 0,063 mm (f), secondo la norma UNI EN 933-1, deve risultare inferiore al 12% [f_{12}],

Il Coefficiente di appiattimento (FI), secondo la norma UNI EN 933-3, deve risultare inferiore al 35% [FI_{35}],

Il Coefficiente di forma (SI), secondo la norma UNI EN 933-4, deve risultare inferiore al 40% [SI_{40}],

Il rapporto tra il passante al setaccio 0,063 mm ed il passante al setaccio 0,50 mm deve essere inferiore a 2/3.

La perdita in peso alla prova Los Angeles (LA) secondo la norma UNI EN 1097-2, eseguita sulle singole pezzature, , non deve essere superiore al 35% [LA_{35}],

L'equivalente in sabbia, secondo la norma UNI EN 933-8, determinato sull'aggregato della miscela da utilizzare, deve essere compreso fra 30% e 65%. Valori differenti da quelli indicati potranno essere accettati dalla Direzione Lavori solo dopo che i risultati prestazionali (valori di cbr) daranno esito favorevole.

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 "Indagini e prove geotecniche - Prove di laboratorio sui terreni - Parte 12: Determinazione dei limiti di Atterberg", non superiore al 25%; il Limite Plastico e l'Indice di Plasticità non devono essere determinabili.

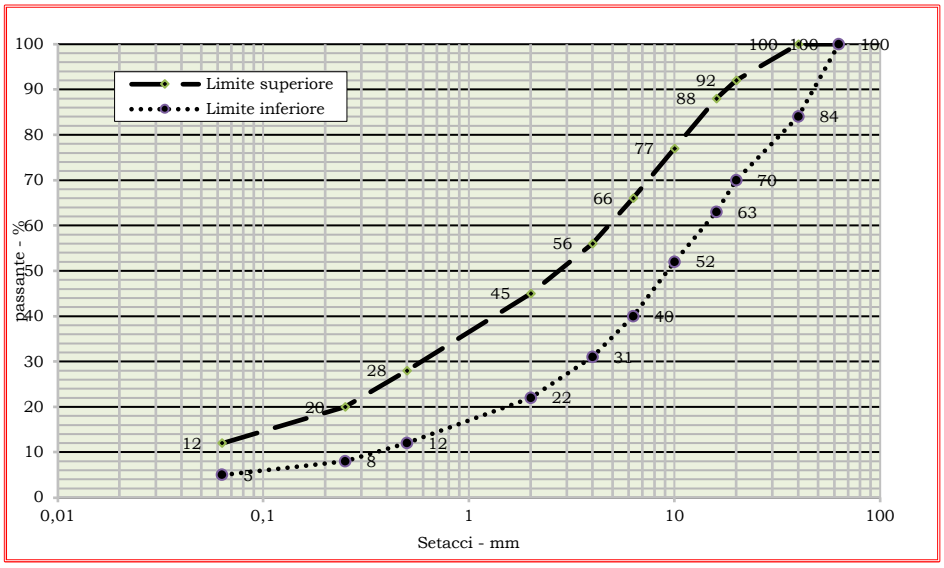
Composizione granulometrica dello strato di base:

La granulometria, eseguita secondo la norma UNI EN 933-1, deve essere compresa nel seguente fuso e deve avere andamento continuo ed uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti inserite nella Tabella 2 e rappresentati graficamente nel Grafico 2. . La granulometria, in frazione unica, dovrà appartenere alle Categorie G_A80 o G_A85.

Tabella 2

Setacci a maglia quadra (serie base + set 2) Apertura maglie in mm	**Passante in peso**	
	Limite inferiore	**Limite superiore**
Setaccio 63	100	100
Setaccio 40	84	100
Setaccio 20	70	92
Setaccio 16	63	88
Setaccio 10	52	77
Setaccio 6,3	40	66
Setaccio 4	31	56
Setaccio 2	22	45
Setaccio 0,5	12	28
Setaccio 0,25	8	20
Setaccio 0,063	5	12

Grafico 2



Prestazioni del misto granulare per strato di base:

Nello studio preliminare, oltre alle caratteristiche dei materiali, dovranno essere rese evidenti le seguenti caratteristiche prestazionali

Una volta definita la composizione granulometrica della miscela di inerti, l'umidità ottimale di costipamento e la relativa densità massima secca della miscela di progetto sarà determinata mediante studio Proctor, eseguita secondo la Norma UNI EN 13286-2 "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. (in alternativa la norma CNR B.U. n.69:1978).

Se il materiale impiegato contiene una percentuale (m) di materiale eccedente alla dimensione massima dell'aggregato (*D)* il risultato deve essere corretto secondo le seguenti formule:
per il calcolo della densità corretta sarà utilizzata la seguente formula:

$$\rho d' = \rho d * (1 - m) + 0{,}9 * m * \rho ssd$$

dove:
ρd' = è la corretta densità secca del campione intero, espressa in Mg/mc
ρd = è la corretta densità secca del campione testato, espressa in Mg/mc
ρssd = è la densità delle particelle del campione eccedente, in condizioni di saturazione e a superficie asciutta (norma UNI EN 1097-6), espressa in Mg/mc,,

Operando ripetutamente nel modo suddetto, con l'impiego di percentuali in peso d'acqua diverse potranno essere determinati i valori necessari al tracciamento dei diagrammi di studio. La variazione della percentuale di cemento nello studio sarà pari allo 0,5% in peso.

Operando ripetutamente nel modo suddetto, con l'impiego di percentuali in peso d'acqua diverse potranno essere determinati i valori necessari al tracciamento dei diagrammi di studio.

L'indice di portanza californiano C.b.r., secondo la normativa UNI EN 13286-47, determinato dopo aver sottoposto il campione a quattro giorni di imbibizione in acqua, subito dopo il confezionamento del provino, deve risultare non inferiore al 50%. L'indice C.b.r., inoltre, non dovrà scendere al di sotto del valore anzidetto per variazioni dell'umidità ottima di costipamento di ±2%.

Modalità esecutive (applicazione):

Lo strato di base sarà applicato solo dopo che sarà verificata la buona qualità dello strato di fondazione.

Il misto granulare verrà steso in strati di spessore finito non superiore a 30 cm e non inferiore a 12 cm. Qualora sia prevista l'applicazione di più strati di base, la Direzione Lavori richiederà delle verifiche prestazionali sullo strato finito prima di autorizzare l'applicazione di quello successivo.

L'eventuale aggiunta di acqua, necessaria per raggiungere l'umidità ottimale di costipazione, è da effettuarsi mediante idonei mezzi o dispositivi spruzzatori in grado di irrorarla uniformemente su tutta la superficie senza formare ristagni localizzati. Il costipamento sarà effettuato con rulli di idoneo peso o con l'attrezzatura più idonea al tipo di materiale impiegato e comunque dovrà essere preventivamente approvata da parte della Direzione Lavori.

Dopo la cilindratura dello strato non dovrà presentarsi nessuna segregazione superficiale dei suoi componenti.

L'applicazione dello strato di base deve essere eseguita quando le condizioni meteorologiche lo permettano e dovranno essere sospese quando le condizioni ambientali ne possano compromettere la buona esecuzione (pioggia, neve, gelo).

Controllo dei requisiti di accettazione (prove di controllo):

come descritto nel capitolo strati di fondazione

Controlli e Collaudi:

la Direzione Lavori, potrà richiedere a sua insindacabile giudizio, prove di controllo per qualificare i materiali utilizzati dall'Appaltante e verificare le caratteristiche prestazionali dei materiali applicati.

Obblighi da parte dell'appaltatore (documentazione Marcatura CE):

come descritto nel capitolo strati di fondazione

Strato di base in misto cementato in centrale.

Descrizione:

Lo strato di base in misto cementato è lo strato intermedio disposto tra lo strato superficiale (bituminoso) e lo strato di fondazione nelle sovrastrutture di tipo semi-rigido. Ad esso è demandato principalmente il compito di resistere ai carichi verticali trasmessi localmente dallo strato superficiale, ripartendolo sui sottostanti strati di fondazione.

Lo strato di base in misto cementato deve essere realizzato con una miscela di inerti di opportuna composizione granulometrica, impastato con cemento ed acqua in idonei impianti fissi o mobili provvisti di dosatori a peso o a volume: da stendersi in un unico strato dello spessore di compreso tra i 15 cm. e i 25 cm. Altri spessori potranno essere richiesti dalla Direzione Lavori, purché non inferiori a 12 cm e non superiori a 30 cm.

Saranno impiegate ghiaie e sabbie di cava e/o di fiume con percentuale di frantumato complessiva compresa tra il 30% ed il 60% in peso sulla miscela di inerti. A discrezione della Direzione Lavori potranno essere impiegate quantità di materiale frantumato superiori al limite indicato, in questo caso la miscela di progetto finale deve essere tale da presentare le stesse resistenze a compressione e a trazione a 7 giorni prescritte successivamente.

Caratteristiche dei materiali (Inerti):

Nel confezionamento del misto cementato dovranno essere utilizzate non meno di n.3 pezzature di inerti.

Gli inerti utilizzati per il confezionamento del misto cementato dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13242 "Inerti per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade".

Il materiale inerte dovrà rispondere alle seguenti caratteristiche:

L'inerte deve avere dimensioni tali da risultare completamente passante al setaccio da 40 mm;

Il contenuto di fini, passante al setaccio da 0,063 mm (f), secondo la norma UNI EN 933-1, determinato nell'inerte grosso, deve risultare inferiore al 4% [f_4],

Il contenuto di fini, passante al setaccio da 0,063 mm (f), secondo la norma UNI EN 933-1, determinato nell'inerte fine, deve risultare inferiore al 10% [f_{10}],

Il Coefficiente di appiattimento (FI), secondo la norma UNI EN 933-3, deve risultare inferiore al 20% [FI_{20}],

Il Coefficiente di forma (SI), secondo la norma UNI EN 933-4, deve risultare inferiore al 20% [SI_{20}],

La perdita in peso alla prova Los Angeles (LA) secondo la norma UNI EN 1097-2, eseguita sulle singole pezzature, , non deve essere superiore al 30% [LA_{30}],

L'equivalente in sabbia, secondo la norma UNI EN 933-8, determinato sull'aggregato della miscela da utilizzare, deve essere compreso fra 30% e 65%. Valori differenti da quelli indicati potranno essere accettati dalla Direzione Lavori solo dopo che i risultati prestazionali (valori di cbr) daranno esito favorevole.

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 "Indagini e prove geotecniche - Prove di laboratorio sui terreni - Parte 12: Determinazione dei limiti di Atterberg", non superiore al 25%; il Limite Plastico e l'Indice di Plasticità non devono essere determinabili.

Composizione della miscela di inerti

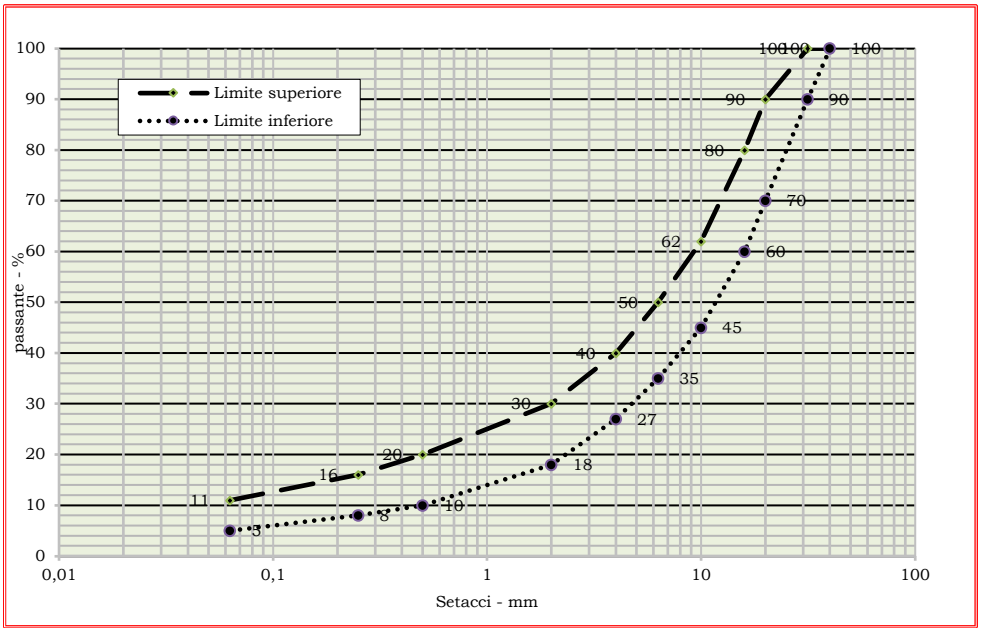
La miscela di inerti utilizzata per il confezionamento del misto cementato deve avere andamento continuo ed uniforme concorde a quello delle curve limiti inserite nella Tabella 3 e rappresentati graficamente nel Grafico 3. La determinazione della composizione granulometrica della miscela deve essere eseguita secondo la norma UNI EN 933-1. La granulometria, in frazione unica, dovrà appartenere alle Categorie G_A80 o G_A85.

Tabella 3

Setacci a maglia quadra (serie base + set 2) Apertura maglie in mm	**Passante in peso**	
	Limite inferiore	**Limite superiore**
Setaccio 40	100	100

Setaccio 31,5	90	100
Setaccio 20	70	90
Setaccio 16	60	80
Setaccio 10	45	62
Setaccio 6,3	35	50
Setaccio 4	27	40
Setaccio 2	18	30
Setaccio 0,5	10	20
Setaccio 0,25	8	16
Setaccio 0,063	5	11

Grafico 3



Legante idraulico (Cemento):

Nel confezionamento del misto cementato saranno utilizzati cementi che dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione. Ogni fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 197-1.

Devono essere impiegati unicamente cementi della classe di resistenza 32.5, dei tipi I, II ,III Portland, pozzolanico o d'alto forno. Il dosaggio di cemento dovrà essere compresa tra il 2,5% e il 4,0% in peso sula miscela secca. La percentuale minima di cemento sarà determinata attraverso le prove previste nello studio della miscela in laboratorio (mix-design).

Umidità di impasto:

Nel confezionamento del misto cementato deve essere utilizzate acqua esente da impurità dannose quali, oli, acidi, alcali, sostanze organiche o altra sostanza che possa in qualche modo compromettere le prestazioni della miscela finale. La quantità di acqua nella miscela deve essere quella corrispondente all'umidità ottima di costipamento determinata attraverso le prove previste nello studio della miscela in laboratorio (mix-design).

Studio della miscela in laboratorio (mix-design):

L'Appaltatore dovrà preliminarmente e con congruo anticipo rispetto l'inizio dei lavori, svolgere uno studio di fattibilità e di ottimizzazione del materiale che intende utilizzare e presentarlo alla Direzione Lavori. L'appaltatore dovrà inoltre obbligatoriamente allegare allo studio di fattibilità l'etichetta della marcatura CE dei diversi materiali (inerti e cemento) che vengono utilizzati nel confezionamento della miscela di aggregati. Nello studio dovranno essere rese evidenti oltre alle caratteristiche dei singoli materiali utilizzati nel confezionamento, la composizione e le seguenti prestazioni meccaniche:

Una volta definita la composizione granulometrica della miscela di aggregati, incluso il cemento, l'umidità ottimale di costipamento e relativa densità massima secca della miscela di progetto sarà determinata mediante studio Proctor, eseguita secondo la Norma UNI EN 13286-2 "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. (in alternativa la norma CNR B.U. n.69:1978).

Se il materiale impiegato contiene una percentuale (m) di materiale eccedente alla dimensione massima dell'aggregato (*D)* il risultato deve essere corretto secondo le seguenti formule:
per il calcolo della densità corretta sarà utilizzata la seguente formula:

$\rho d' = \rho d * (1 – m) + 0,9 * m * \rho ssd$

dove:
ρd' = è la corretta densità secca del campione intero, espressa in Mg/mc
ρd = è la corretta densità secca del campione testato, espressa in Mg/mc
ρssd = è la densità delle particelle del campione eccedente, in condizioni di saturazione e a superficie asciutta (norma UNI EN 1097-6), espressa in Mg/mc

Operando ripetutamente nel modo suddetto, con l'impiego di percentuali in peso d'acqua diverse potranno essere determinati i valori necessari al tracciamento dei diagrammi di studio. La variazione della percentuale di cemento nello studio sarà pari allo 0,5% in peso.
Il dosaggio minimo di cemento necessario al raggiungimento sarà stabilito in relazione alle prove di resistenza eseguite sui provini cilindrici confezionati entro stampi C.b.r. (norma CNR UNI 10009, norma UNI EN 13286-47) impiegati senza disco spaziatore (altezza 17,78 cm, diametro 15,24 cm, volume 3242 cm^3).

Per il confezionamento dei provini, gli stampi verranno muniti di collare di prolunga allo scopo di consentire il regolare costipamento dell'ultimo strato con la consueta eccedenza di circa 1 cm rispetto all'altezza dello stampo vero e proprio.
Tale eccedenza deve essere eliminata, previa rimozione del collare suddetto e rasatura dello stampo, affinché l'altezza del provino risulti definitivamente di cm 17,78. La miscela di studio verrà preparata partendo da tutte le classi previste per gli inerti mescolandole tra loro, con il cemento, e l'acqua nei quantitativi necessari ad ogni singolo provino.

Comunque prima di immettere la miscela negli stampi C.b.r. si opererà una vagliatura sul crivello UNI 25 mm allontanando gli elementi trattenuti con la sola pasta di cemento ad essi aderente.
I campioni da confezionare in laboratorio devono essere protetti in sacchi di plastica per evitare l'evaporazione dell'acqua. Saranno confezionati almeno due campioni per ogni percentuale di ogni 250 m di lavorazione.

La miscela verrà costipata su 5 strati con il pestello e l'altezza di caduta di cui alla norma AASHTO modificata e 85 colpi per strato, in modo da ottenere una energia di costipamento pari a quella della prova citata (diametro pestello 51 ± 0,5 mm, peso pestello 4,535 ± 0,005 daN, altezza di caduta 45,7 cm).

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

Tutti i provini saranno confezionati a diverse percentuali di cemento e all'umidità ottima determinata attraverso lo studio Proctor.

I provini devono avere resistenze a compressione (norma Cnr BU n. 29) a 7 giorni non minori di 2,5 MPa e non superiori a 4,5 MPa, ed a trazione secondo la prova di resistenza a trazione indiretta (norma Cnr BU n. 97) non inferiori a 0,25 MPa. Questi valori per la compressione e la trazione devono essere ottenuti dalla media di 3 provini, se ciascuno dei singoli valori non si scosta dalla media stessa di ± 15%, altrimenti dalla media dei due restanti dopo aver scartato il valore anomalo.

Da questi dati di laboratorio devono essere scelti la curva, la densità e le resistenze di progetto da usare come riferimento nelle prove di controllo.

Modalità esecutive (applicazione):

Lo strato di base in misto cementato sarà applicato solo dopo che sarà verificata la buona qualità dello strato di fondazione.

Il misto cementato verrà steso in strati di spessore finito non superiore a 30 cm e non inferiore a 12 cm. Il materiale potrà essere steso mediante la vibrofinitrice stradale o mediante mezzi idonei che impediscano la segregazione superficiale dei suoi componenti.

Il costipamento sarà effettuato con rulli di idoneo peso o con l'attrezzatura più idonea al tipo di materiale impiegato e comunque dovrà essere preventivamente approvata da parte della Direzione Lavori.

Dopo la cilindratura dello strato non dovrà presentarsi nessuna segregazione superficiale dei suoi componenti.

L'applicazione dello strato di base in misto cementato deve essere eseguita quando le condizioni meteorologiche lo permettano e dovranno essere sospese quando le condizioni ambientali ne possano compromettere la buona esecuzione (pioggia, neve, gelo e temperature dell'aria superiori ai 35°C). Al termine della rullatura il misto cementato deve essere protetto superficialmente applicando uno strato di sabbia umida o uno strato di emulsione bituminosa al 55% in ragione di 0,6-1,0 kg/m^2.

Controllo dei requisiti di accettazione (prove di controllo):
come descritto nel capitolo strati di fondazione

Pavimentazioni in calcestruzzo colorato

La pavimentazione in calcestruzzo liscio colorato dosato a 300 Kg di cemento 32,5 R, dello spessore di 10 cm. E resistenza caratteristica 250 Kg/cmq sarà posata con getto eseguito direttamente da autobetoniera con apposita canaletta previa miscelazione in centrale di betonaggio di fibre in polipropilene vergine 100% con dosaggio di 900 gr/mc per ottenere un rinforzo secondario del CLS, con l'aggiunta di una miscela di ossidi minerali predispersi in metacaolino al fine di garantire una colorazione persistente ed omogenea.

La pavimentazione dovrà essere lisciata meccanicamente e presentare tagli per creare giunti di dilatazione in modo da formare lastre da 9 a 16 mq.

Il Colore Rosso sarà ottenuto con premiscelazione di additivo colorati dosato a 1,25% sul peso del cemento.

La pavimentazione viene posata su sottofondo di mista di cava costipata e battuta , misto frantumato costipato in opera per preparare il piano di posa di carreggiate stradali e aggiunta di rete elettrosaldata per dare robustezza al massetto in cls

La pavimentazione, dovrà risultare conforme alle livellette o sagome prescritte dalla Direzione lavori e non dovrà presentare irregolarità di piano che impediscano il regolare deflusso delle acque e, più in particolare, posto un regolo lungo m 3 longitudinalmente sulla pavimentazione, ove la strada non cambi di livelletta, non si dovranno riscontrare, rispetto alla superficie media della pavimentazione, frecce superiori a cm 1

Pavimentazioni in masselli autobloccanti drenanti

I masselli autobloccanti drenanti prefabbricati in calcestruzzo vibrocompresso, prodotti e controllati secondo la norma UNI EN 1338, tipo multistrato, colore naturale, spessore cm 10, classe di carico 4 (carrabile pesante), forma irregolare di modulo cm 11,2 x 22,5, dovranno essere posati su letto di sabbia dello spessore di 4-5 cm. Lo strato di usura del massello, dello spessore minimo di 4 mm dovrà essere realizzato con calcestruzzo contenente una miscela di quarzi selezionati a granulometria massima di 2,4 mm per ottenere eccezionali prestazioni di resistenza all'abrasione ed un elevato grado di finitura superficiale con colorazione omogenea e brillante.

Successivamente dovranno essere intasati con sabbia , graniglia drenante o altro materiale similare ed infine battuti e puliti

La pavimentazione così eseguita verrà ricoperta da un leggero strato di sabbia di frantoio e cemento nella quantità di 300 kg per m^3 d'impasto, per la saturazione delle connessure

La pavimentazione, comunque siano stati posati in opera i masselli, dovrà risultare conforme alle livellette o sagome prescritte dalla Direzione lavori e non dovrà presentare irregolarità di piano che impediscano il regolare deflusso delle acque e, più in particolare, posto un regolo lungo m 3 longitudinalmente sulla pavimentazione, ove la strada non cambi di livelletta, non si dovranno riscontrare, rispetto alla superficie media della pavimentazione, frecce superiori a cm 1;

MATERIALI E PRODOTTI PER LA COSTRUZIONE

A) Tutti i materiali impiegati dovranno essere conformi a quanto previsto nel DM 14 gennaio 2008, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 29 del 4 febbraio 2008 - Suppl. Ordinario n. 30 che ha approvato le NUOVE NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI.

B) Nella stesura del presente progetto esecutivo sono stati scelti e considerati alcuni materiali e prodotti costruttivi specifici di riferimento che hanno permesso di realizzare tutti gli elaborati tecnici generali e specialistici al fine della rispondenza del progetto alla normativa vigente per il presente tipo di intervento e di computare la spesa che trova riscontro nel computo metrico estimativo che fa parte integrante del progetto esecutivo. In ragione di quanto sopra nel presente progetto sono stati indicati alcuni riferimenti tipo di prodotto per la realizzazione dei lavori che possono essere sostituiti con altri materiali e/o prodotti/componenti equivalenti fatte salve le verifiche di coerenza e rispondenza agli elaborati specialistici facenti parte del progetto esecutivo da parte della Direzione Lavori e dei suoi collaboratori.

Ciò premesso qualora l'appaltatore ritenga di dover ricorrere a materiali, prodotti e/o componenti diversi da quelli tipo indicati, dovrà preventivamente e per tempo (trasmissione completa almeno 30 gg. prima della eventuale posa in opera), sottoporre alla Direzione lavori ed i suoi collaboratori tecnici specialistici, che hanno prodotto e sottoscritto gli elaborati progettuali specialistici, le alternative proposte con l'invio di tutta la documentazione tecnica (schede tecniche, certificazioni, collaudi di laboratorio, caratteristiche prestazionali, omologazioni, classi di reazione al fuoco e tutto quanto necessario secondo l'ambito di intervento) a corredo per poter valutare la rispondenza normativa.

Opere in calcestruzzo armato

Per quanto riguarda forma e dimensioni delle opere, caratteristiche dei materiali, carichi di progetto e modalità esecutive si rimanda agli elaborati di progetto.

Nota bene:

- la fornitura degli acciai deve essere accompagnata da copia del controllo di produzione in stabilimento e dall'attestato di qualificazione rilasciato dal Servizio tecnico centrale CSLLPP, dall'attestato di denuncia del centro di trasformazione.

Vanno comunque prodotte le certificazioni di norma per tutti i materiali:

- prelevare provini cubici del cls. e spezzoni degli acciai come da norme vigenti.

Redazione dei verbali di prelievo a cura della DL, con sottoscrizione dell'Impresa appaltatrice

- le saldature dovranno avere un cordone di lato uguale allo spessore minimo da saldare

Casseforme

La struttura in calcestruzzo armato dovrà essere realizzata con casseforme modulari idonee a dare un prodotto, sia pure non faccia a vista, finito secondo la regola dell'arte, con superfici perfettamente planari ed assenza di qualsiasi cenno di imbozzamento, fuori piombo. Compresi distanziatori, tiranti, piastre di ancoraggio, puntelli di stabilizzazione, e quanto necessario.

Per tali opere provvisorie l'appaltatore comunicherà preventivamente alla direzione dei lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando l'esclusiva responsabilità dell'appaltatore stesso per quanto riguarda la progettazione e l'esecuzione di tali opere provvisionali e la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle. Il sistema prescelto dovrà comunque essere atto a consentire la realizzazione delle opere in conformità alle disposizioni contenute nel progetto esecutivo.

Nel caso di eventuale utilizzo di casseforme in legno, si dovrà curare che le stesse siano eseguite con tavole a bordi paralleli e ben accostate, in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature o disuguaglianze sulle facce in vista del getto. In ogni caso l'appaltatore avrà cura di trattare le casseforme, prima del getto, con idonei prodotti disarmanti conformi alla norma UNI 8866. Le parti componenti i casseri debbono essere a perfetto contatto e sigillate con idoneo materiale per evitare la fuoriuscita di boiacca cementizia.

Pulizia e trattamento

Prima del getto le casseforme dovranno essere pulite per l'eliminazione di qualsiasi traccia di materiale che possa compromettere l'estetica del manufatto quali polvere, terriccio etc.

Dove e quando necessario si farà uso di prodotti disarmanti disposti in strati omogenei continui, su tutte le casseforme di una stessa opera dovrà essere usato lo stesso prodotto.

Nel caso di utilizzo di casseforme impermeabili, per ridurre il numero delle bolle d'aria sulla superficie del getto si dovrà fare uso di disarmante con agente tensioattivo in quantità controllata e la vibrazione dovrà essere contemporanea al getto.

Predisposizione di fori, tracce e cavità

L'appaltatore avrà l'obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni costruttivi per ciò che concerne fori, tracce, cavità, incassature, etc. per la posa in opera di apparecchi accessori quali giunti, appoggi, smorzatori sismici, pluviali, passi d'uomo, passerelle d'ispezione, sedi di tubi e di cavi, opere interruttive, sicurvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti d'impianti, etc..

Disarmo

Si potrà procedere alla rimozione delle casseforme dai getti quando saranno state raggiunte le prescritte resistenze. In assenza di specifici accertamenti, l'appaltatore dovrà attenersi a quanto stabilito all'interno delle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008).

Le eventuali irregolarità o sbavature, qualora ritenute tollerabili, dovranno essere asportate mediante scarifica meccanica o manuale ed i punti difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta cementizia a ritiro compensato immediatamente dopo il disarmo, previa bagnatura a rifiuto delle superfici interessate.

Eventuali elementi metallici, quali chiodi o reggette che dovessero sporgere dai getti, dovranno essere tagliati almeno 0.5 cm sotto la superficie finita e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento.

Getti faccia a vista

I casseri devono essere puliti e privi di elementi che possano in ogni modo pregiudicare l'aspetto della superficie del conglomerato cementizio indurito.

Apposite matrici potranno essere adottate se prescritte in progetto per l'ottenimento di superfici a faccia vista con motivi o disegni in rilievo.

I disarmanti non dovranno assolutamente macchiare la superficie in vista del conglomerato cementizio.

Qualora si realizzino conglomerati cementizi colorati o con cemento bianco, l'uso dei disarmanti sarà subordinato a prove preliminari atte a dimostrare che il prodotto usato non alteri il colore.

Le riprese di getto saranno delle linee rette e, qualora richiesto dalla D.L.., saranno marcate con gole o risalti di profondità o spessore di 2-3 cm., che all'occorrenza verranno opportunamente sigillati.

Stagionatura

Il calcestruzzo, al termine della messa in opera e successiva compattazione, deve essere stagionato e protetto dalla rapida evaporazione dell'acqua di impasto e dall'essiccamento degli strati superficiali (fenomeno particolarmente insidioso in caso di elevate temperature ambientali e forte ventilazione).

Per consentire una corretta stagionatura è necessario mantenere costantemente umida la struttura realizzata; l'appaltatore è responsabile della corretta esecuzione della stagionatura che potrà essere condotta mediante:

• la permanenza entro casseri del conglomerato;

• l'applicazione, sulle superfici libere, di specifici film di protezione mediante la distribuzione nebulizzata di additivi stagionanti (agenti di curing);

• l'irrorazione continua del getto con acqua nebulizzata;

• la copertura delle superfici del getto con fogli di polietilene, sacchi di iuta o tessuto non tessuto mantenuto umido in modo che si eviti la perdita dell'acqua di idratazione;

• la creazione attorno al getto, con fogli di polietilene od altro, di un ambiente mantenuto saturo di umidità;

• la creazione, nel caso di solette e getti a sviluppo orizzontale, di un cordolo perimetrale (in sabbia od altro materiale rimovibile) che permetta di mantenere la superficie ricoperta da un costante velo d'acqua.

I prodotti filmogeni di protezione non possono essere applicati lungo i giunti di costruzione, sulle riprese di getto o sulle superfici che devono essere trattate con altri materiali.

Al fine di assicurare alla struttura un corretto sistema di stagionatura in funzione delle condizioni ambientali, della geometria dell'elemento e dei tempi di scasseratura previsti, l'appaltatore, previa informazione alla direzione dei lavori, eseguirà verifiche di cantiere che assicurino l'efficacia delle misure di protezione adottate.

Nel caso di superfici orizzontali non casserate (pavimentazioni, platee di fondazione …) dovrà essere effettuata l'operazione di bagnatura continua con acqua non appena il conglomerato avrà avviato la fase di presa. Le superfici verranno mantenute costantemente umide per almeno 7 giorni. Per i getti confinati entro casseforme l'operazione di bagnatura verrà avviata al momento della rimozione dei casseri, se questa avverrà prima di 7 giorni. Per calcestruzzi con classe di resistenza a compressione maggiore o uguale di C40/50 la maturazione deve essere curata in modo particolare.

Per informazioni più dettagliate sulla struttura in c.a. e sulle prescrizioni si rimanda anche agli elaborati di progetto strutturale, che fanno parte integrate del presente capitolato.

Per le parte impiantistica si rimanda alle specifiche tecniche riportate negli elaborati , allegati al presente progetto.

NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DELLE OPERE E DELLE FORNITURE

Le qualità dei lavori e delle provviste per le opere a misura saranno rilevate in contraddittorio con metodi geometrici, matematici o a peso in relazione a quanto previsto nell'Elenco prezzi, mentre le forniture di materiale vivaistico sulla base di quanto stabilito dall'Elenco e dal contratto. Le maggiori quantità o misure che si dovessero riscontrare nel corso delle contabilizzazione verranno riconosciute valide soltanto se autorizzate per iscritto dalla Direzione lavori.

La Ditta appaltatrice, qualora le vengano ordinate forniture e/o lavori liquidabili a misura, perché previsti come tali nell'Elenco prezzi, non potrà pretendere per essi liquidazione diversa di quella a misura (ossia, ad esempio, liquidazione ad economia o con speciali compensi), qualunque siano, anche se minime, le quantità ordinate.

I materiali provenienti dagli scavi e simili, rimarranno sempre di proprietà dell'Amministrazione comunale fino a quando la Direzione lavori ne avrà autorizzato il loro trasporto a rifiuto, onere sempre compreso nei prezzi di elenco.

In tutti i prezzi di elenco riguardanti scavi, scarifiche, splateamenti, sbancamenti, arature, fresature, semine, tagli d'erba, posa di piante, devono intendersi sempre comprese e pertanto non soggette a compensi particolari, tutte le operazioni di carico, trasporto a discarica, anche fuori dal Comune di Bergamo od a qualsiasi distanza, dei materiali per i quali la Direzione lavori avrà autorizzato l'allontanamento dal cantiere.

Sono sempre compresi nei relativi prezzi di elenco tutte le opere provvisionali ed accessorie per raccordi e profilature in prossimità di chiusini, saracinesche, griglie, infernotti e simili, con l'obbligo di avvisare tempestivamente le aziende, gli enti ed i privati interessati agli eventuali spostamenti necessari.

L'Impresa appaltatrice è tenuta ad eseguire i lavori secondo i migliori dettami della tecnica ed a fornire materiali rispondenti a quanto prescritto nel contratto: tutte le opere e le forniture che, a giudizio della Direzione Lavori, non siano state eseguite a perfetta regola d'arte o non rispettino le prescrizioni impartite, dovranno essere nuovamente eseguite a spese dell'Impresa appaltatrice stessa.

In particolare:

Art. 1: in virtù dell'art. 1 della Legge 23/10/1960 n. 1369 e dell'art. 16 del nuovo Capitolato generale dei lavori del Ministero LL.PP. (confermati dal parere 19/8/1968, sezione U.T. n. 2773 dell'Avvocatura distrettuale dello Stato) é assolutamente da escludere manodopera in economia;

Art. 2: in tutti i prezzi di noleggio dei veicoli, attrezzi e macchine, anche se non specificato, devono sempre intendersi compresi (e pertanto a carico dell'Impresa appaltatrice) gli oneri per l'operatore e per il carburante, il lubrificante, le assicurazioni, le riparazioni e tutto quant'altro occorrente per dare la fornitura finita e completa; la liquidazione avverrà sempre ed unicamente per le ore effettive impegnate nel lavoro, con esclusione cioè del tempo e dei chilometri impiegati per accedere e per allontanarsi dal luogo d'impiego e delle prestazioni per l'impianto, la rimozione e l'allontanamento delle attrezzature;

Art. 3: i materiali vegetali per le forniture devono essere sempre intesi a piè d'opera nel luogo indicato dalla Direzione lavori, con eventuali spese d'imballaggio, trasporto e scarico comprese nei relativi prezzi d'elenco.

Le indicazioni riportate nell'Elenco prezzi, relativamente alle piante, devono così intendersi:

- la circonferenza del tronco degli alberi deve essere misurata a un metro di altezza a partire dal "colletto";
- l'altezza delle piante arbustive, dei cespugli e delle conifere deve essere misurata partendo dal "colletto" (cioè con l'esclusione della zolla o del contenitore);
- in ciascun prezzo le varie classi di grandezza devono così leggersi:

a - alt. o circ. da m o cm ... fino a m o cm...;

b - c - ecc.: alt. o circ. superiore a m o cm ... fino a m o cm ...;

Si precisa al riguardo che i tappeti erbosi verranno misurati al netto delle incidenze delle aree occupate da vialetti, viali e tare di qualsiasi natura, tenendo conto tuttavia dell'area effettivamente coperta e non della sua proiezione planimetrica.

Art. 4: gli scavi saranno sempre valutati geometricamente, con le pareti verticali, per le misure ordinate dalla Direzione lavori e pertanto senza tenere conto di crolli di terreno e di maggiori larghezze di scavo che si sia stati obbligati a fare per l'instabilità delle terre;

Art. 5: sono sempre comprese nei relativi prezzi di elenco tutte le opere provvisionali ed accessorie per raccordi,e profilatura in prossimità di chiusini, saracinesche e simili impianti, con l'obbligo di avvisare tempestivamente le Aziende e gli Enti interessati agli eventuali spostamenti occorrenti;

Art. 6: la Ditta appaltatrice é tenuta ad eseguire i lavori a perfetta regola d'arte, secondo i migliori dettami della tecnica ed a fornire materiali rispondenti a quanto determinato nel contratto: tutte le opere e tutte le forniture che, a giudizio delle Direzione lavori, non siano state eseguite a perfetta regola d'arte, oppure non rispettino le prescrizioni impartite, dovranno essere nuovamente eseguite a spese della Ditta appaltatrice.

2) Ulteriori norme per pavimentazioni, condotte e opere accessorie

2. I materiali litoidi, la terra ed i conglomerati bituminosi e simili, ove l'elenco prezzi lo prescriva, saranno valutati a volume, di norma con i materiali in posto compressi e completamente assestati, intendendosi tassativi gli spessori prescritti. Nei casi in cui tale sistema di misurazione non sia possibile (ad esempio nella ripresa di avvallamenti o nelle rappezzature di piccole dimensioni), la misura avverrà, redigendone apposito verbale, sul cassone del camion di trasporto ad assestamento avvenuto grazie al viaggio: tale misura si ritiene pertanto convenzionalmente uguale a quelle indicate precedentemente. Non saranno pertanto mai effettuate misure con i materiali in stato cosiddetto "soffice".

3. Le pavimentazioni e le massicciate in conglomerato bituminoso di qualsiasi spessore, verranno di norma misurate, sempre compresse, in ragione della superficie effettivamente pavimentata, escludendosi pertanto qualsiasi elemento non facente parte delle pavimentazioni stesse, quali chiusini, bocchette d'ispezione, infernotti, forate, ecc., ad eccezione di quelli di superficie inferiore a m2 1, dei quali non dovrà essere tenuto conto per le deduzioni.

4. Le pavimentazioni in pietra di qualsiasi tipo (ciottoli, selci, cubetti, mattoni, binderi, piastrelle, lastre, masselli e simili) e di qualsiasi natura (granito, sienite, arenaria, porfido, trachite, esperia, serizzo, ecc.), verranno misurate in ragione delle superfici effettivamente pavimentate: è quindi compreso sempre lo sfrido, per qualunque tipo di disegno ordinato, anche se complesso e di piccole dimensioni e anche per strisce, guide o masselli isolati (salva naturalmente l'applicazione di eventuali sovrapprezzi, ove previsti nell'elenco). Le succitate pavimentazioni, per un migliore effetto decorativo, potranno essere anche suddivise a riquadri di varia foggia, delimitate da strisce, guide o altri elementi caratteristici anche isolati o intervallate da tipi di pavimentazione diverse, costituite da lastre o masselli lapidei con profili rettilinei o curvilinei e di natura diversa (porfidi, graniti, sieniti, trachiti, esperia, serizzi, arenarie, ecc.): in tali casi ogni pavimentazione sarà contabilizzata separatamente mediante l'applicazione dei relativi prezzi di elenco. Resta pertanto inteso che i prezzi di elenco relativi alle pavimentazioni, verranno anche applicati per la liquidazione di strisce, guide, chiavelle e singoli elementi isolati e di piccole dimensioni, senza che l'Impresa appaltatrice possa per ciò pretendere compensi particolari.

- Le cordonate stradali in genere (sia fornite che in opera), verranno misurate secondo il loro massimo sviluppo: in particolare, i cordoni curvi sotto raggio di pietra verranno liquidati una volta e mezzo la loro lunghezza, mentre quelli in calcestruzzo cementizio due volte la loro lunghezza.
- I condotti di fognatura e tombinatura, verranno misurati lungo l'asse della canalizzazione, senza tenere conto delle compenetrazioni dei singoli pezzi.

- Le opere di segnaletica saranno valutate a misura in base all'elenco prezzi. Saranno contabilizzate solo le superfici e le quantità ordinate dalla Direzione Lavori, pertanto tutte le superfici o quantità superiori a quelle ordinate, non saranno conteggiate per la parte eccedente, mentre saranno detratte tutte le eventuali deficienze.

Esecuzione segnaletica orizzontale

La segnaletica orizzontale riguarda tutte le linee continue ed intermittenti, nonché tutti i simboli (frecce, scritte, zebrature, ecc.) da eseguire lungo il nastro stradale ed in corrispondenza degli svincoli, degli incroci, degli spartitraffico e dei parcheggi.
L'esecuzione della segnaletica orizzontale dovrà essere eseguita secondo gli ordini della Direzione lavori, in modo tale da risultare alla giusta distanza e posizione agli effetti della visibilità e della regolarità del traffico, secondo i tracciati, le figure e le scritte stabilite dal "Nuovo Codice Stradale" e dal D.P.R. 16.12.1992 n. 495 "Regolamento di esecuzione e di attuazione".
La Ditta appaltatrice deve eseguire le opere di segnaletica a perfetta regola d'arte ed il giudizio sull'esattezza dei tracciamenti e sua della posa è riservato in modo insindacabile alla Direzione lavori e saranno ad esclusivo carico e spese dell'Impresa appaltatrice tutte le opere e le forniture relative alla eliminazione di eventuali errori o sbavature, ed alle bruciature, cancellazione e rifacimento della segnaletica orizzontale giudicata non correttamente eseguita.
La superficie stradale, sulla quale dovrà essere stesa la vernice per l'esecuzione della segnaletica orizzontale, dovrà essere pulita ed asciugata con scope e getti di aria compressa, in modo che non vi siano residui di sorta.
L'applicazione della vernice dovrà essere eseguita con idonee attrezzature (macchina traccialinee per l'applicazione della vernice e apposito macchinario per l'applicazione a gocce per il bicomponente), secondo le prescrizioni della Direzione lavori.
L'Impresa appaltatrice dovrà essere quindi in possesso di tutta l'attrezzatura necessaria per il perfetto tracciamento ed esecuzione della segnaletica orizzontale.
La quantità della vernice e la concentrazione della miscela vernice con diluente (5%-7%), deve corrispondere a quella dei campioni che la Ditta appaltatrice deve sottoporre all'atto della consegna dei lavori; in ogni caso la stessa deve essere tale da garantire, con una sola passata, uno strato di segnaletica perfettamente compatto e ben visibile anche a distanza, dello spessore costante di 500 micron con l'utilizzo della vernice spartitraffico e mm 2,0-2,5 per il colato plastico a freddo.
L'essiccazione delle vernici deve avvenire in un tempo relativamente breve e comunque non superiore a 30 minuti.
Nel caso in cui la segnaletica orizzontale non risultasse conforme alle prescrizioni sopra riportate, ovvero nonostante la buona esecuzione, le vernici in precedenza sottoposte all'esame della Direzione lavori e scelte da questa, non dessero risultati soddisfacenti o comunque la medesima non risulti perfettamente visibile entro la data di ultimazione dei lavori, l'Impresa appaltatrice è obbligata a propria cura e spese a riposarla senza che la stessa possa pretendere indennizzo alcuno.

Impianti semaforici

Scavi e ripristini posa tubazioni
Lo scavo per la posa delle tubazioni di contenimento dei cavi dovrà essere eseguito con dimensioni 0,40x0,60 m in condizioni normali,in sede di attraversamento di strade principali le dimensioni sopra citate si intendono aumentate a 0,40x0,80 m, il fondo dello scavo dovrà risultare piano e libero di qualsiasi prominenza.
Prima di procedere alla posa delle tubazioni porta-conduttori si realizzerà un sottofondo in sabbia dello spessore di cm.5 circa opportunamente livellato al fine di garantire un continuo appoggio ed un perfetto allineamento delle tubazioni.
Le stesse verranno successivamente rivestite per tutta la loro lunghezza con calcestruzzo R'ck >20MPa e dello spessore medio di cm.10.
Il riempimento dello scavo dovrà essere realizzato con inerte misto di cava, privo di sostanze organiche e di pezzature varie e con uno spessore compresso di circa 30 cm. il compattamento della mista di fiume dovrà essere effettuato con rullo o piastra vibrante.
Successivamente si provvederà alla stesa e cilindratura di uno strato di cm.8 compressi di tout-venant bitumato ed ove esistente al ripristino del tappeto in conglomerato bituminoso fillerizzato (bitulite) dello spessore di cm.2 compresso.
Il ripristino del tappeto di cui sopra dovrà essere effettuato per tutta la larghezza del marciapiedi se la stessa è inferiore a m.1 oppure per la larghezza di m.1.
Particolare cura dovrà essere riservata alla demolizione delle pavimentazioni stradali bitumate; a tal fine si prescrive l'utilizzo di apparecchiature tagliasfalto a disco o a martelli pneumatici.
Fondazioni

Le fondazioni delle strutture di sostegno dovranno essere realizzate con l'impiego di calcestruzzo avente classe di resistenza pari a 250 MPa,tale cioì da avere una resistenza caratteristica (vedi D.M.16/6/1976) a 28 giorni R ck= 250 MPa, a tal fine sarà da prevedere una dosatura di almeno Kg 300 di cemento classe 325 per ogni metri cubi di calcestruzzo.
Per l'esecuzione di fondazioni in terreni compatti o parzialmente o totalmente in roccia è consentito effettuare il getto di calcestruzzo direttamente contro il terreno laterale; in tutti gli altri casi devono essere invece impiegate adatte casseforme. Prima dell'esecuzione del getto lo scavo deve essere completamente stramato e ripulito della melma.
I getti che per necessità debbono essere condotti con temperature inferiori a 0øC,dovranno essere eseguiti con quegli accorgimenti atti a garantire la buona riuscita dei getti stessi. Nel caso di getti eseguiti a temperatura ambiente elevata, maggiore o uguale a 30øC,i getti stessi dovranno essere opportunamente protetti dai raggi solari; in ogni caso occorre mantenere umida la superficie dei getti per almeno tre giorni.
Non è ammessa tolleranza negativa sulle dimensioni specifiche per il blocco monolitico di fondazione. La verifica di stabilità per le fondazioni deve essere conforme a quanto prescritto dalle norme CEI11-1.

Impianti di terra

L'impianto di terra soddisferà alle prescrizioni di cui al capitolo IX delle vigenti norme CEI 64-8: quale dispersore si utilizzerà una corda in rame nudo sez.50 mm posata a diretto contatto con il terreno al di sotto delle tubazioni portaconduttori, in corrispondenza di ogni pozzetto verrà pure infisso un picchetto del tipo in acciaio ramato diam.18 mm o a croce zincato.
Ogni sostegno risulterà collegato al dispersore sopra descritto a mezzo di conduttori HO7V-R sez. 16 mm e idonei morsetti, i chiusini in ghisa verranno pure collegati al dispersore di cui sopra.
Le protezioni saranno coordinate in modo tale da assicurare la tempestiva interruzione del circuito guasto se la tensione di contatto assume valori pericolosi.
Per attuare la protezione mediante dispositivi differenziali dovrà essere soddisfatta la condizione:
R/t = 50/I
dove:
Rt è la resistenza in ohm, dell'impianto di terra nelle condizioni più sfavorevoli,
I è il valore ,in ampere, della corrente di intervento in 5s del dispositivo di protezione.

Linee di distribuzione

Per il dimensionamento delle linee di distribuzione si farà riferimento a quanto segue:
a)conduttori (isolanti e sezioni minime)
Per tutti gli adempimenti considerati alimentati direttamente con la piena tensione normale della rete a B.T. la sezione minima ammessa per i conduttori è di 1,5 mm.
Alle sezioni minime sopra indicate fanno eccezione i conduttori di protezione le cui sezioni saranno tali da soddisfare le più restrittive prescrizioni in proposito dettate dalle norme CEI e dalle disposizioni di legge vigenti in materia antinfortunistica.
Le condutture verranno realizzate con cavo multipolare con conduttori di rame isolati in gomma etilpropilenica, rivestimento esterno a base di p.v.c. tipo G5R-4 con grado d'isolamento pari a 4 Kv, tabella UNEL 35355-65, norme CEI 20-13 (1965) e varianti, munito del marchio italiano di qualità.
b) Cadute di tensione massime
La differenza tra tensione a vuoto e la tensione che si riscontra in qualsiasi punto degli impianti, quando sono inseriti tutti gli utilizzatori ammessi a funzionare contemporaneamente e quando la tensione all'inizio dell'impianto sotto misura (al quadro generale) rimanga costante, non supererà il 4% della tensione a vuoto per tutti gli impianti.
c)Densità massima di corrente
Indipendentemente dalle sezioni conseguenti alle anzidette massime cadute di tensione ammesse nei circuiti, per i conduttori di tutti gli impianti alimentati a piena tensione normale della rete a bassa tensione, la massima densità di corrente ammessa non supererà i 70% di quella ricavabile dalle tabelle UNEL in vigore.
L'impianto dovrà essere dimensionato in modo da consentire eventuali futuri ampliamenti, per quanto sopra tutte le condutture vuote conterranno un filo pilota in ferro zincato.
I conduttori dovranno avere diversa colorazione per ogni fase; in particolare saranno rispettati i colori giallo-verde per il conduttore di protezione e blu per il neutro; la colorazione sarà mantenuta costante per tutto il circuito.
Nelle cassette e nei quadri i terminali dei conduttori dovranno essere opportunamente contraddistinti con indici numerati.
La posa delle tubazioni interrate dovrà essere fatta seguendo percorsi orizzontali e non con traversate o tratti diagonali. La posa a vista dovrà essere fatta con percorsi orizzontali e verticali. In ogni caso devono essere previste tubazioni protettive con diametro minimo interno di 11 mm. comunque pari a 1,5 volte il diametro circoscritto al fascio di conduttori onde permettere una facile introduzione e sfilatura dei conduttori, in modo da consentire qualsiasi eventuale futura sostituzione o variazione.
A conferma di quanto sopra i conduttori dovranno essere posti in opera dopo la completa sistemazione della rete dei tubi.

Le giunzioni nelle tubazioni dovranno essere realizzate a bicchiere o con manicotti e i due elementi dovranno essere perfettamente accostati.
I tubi montanti a vista saranno fissati con idonei fissatubi metallici zincati ancorati all'opera muraria con tasselli metallici ad espansione o con chiodi infissi a sparo e saranno di costruzione idonea a mantenere il tubo stesso distaccato dalle opere murarie. L'ingresso delle tubazioni nelle cassette di derivazione montate a vista dovrà essere eseguito mediante l'impiego di appositi raccordi.
Resta comunque escluso l'uso di tubazioni flessibili di tipo leggero o pesante interrate .
I cavi verranno infilati in tubi di plastica pesante appositamente predisposti sotto il piano stradale.
Non saranno ammesse giunzioni o derivazioni se non effettuate all'interno della palina o del centralino ed a mezzo di idonee morsettiere.
Gli sforzi di tiro necessari durante le operazioni di posa dei cavi non vanno applicati ai rivestimenti protettivi, bensì ai conduttori per i quali si raccomanda di non superare una sollecitazione di 60 N per mm di sezione totale.
Durante le operazioni disposta dei cavi la loro temperatura, per tutta la lunghezza e per tutto il tempo in cui essi possono venire piegati o raddrizzati, non deve essere inferiore a OøC.
La curvatura dei cavi deve essere tale da non provocare danno ai cavi stessi.
Durante le operazioni di posa i raggi di curvatura, misurati sulla generatrice interna dei cavi, non devono essere inferiori a 12 volte il diametro esterno del cavo.
Qualora si verificassero coesistenze tra cavi dell'impianto semaforico ed altre canalizzazioni, opere e strutture si farà riferimento al Capitolo IV delle norme CEI 11.7 fasc,558.
Protezione della sezione di incastro dei sostegni
La sezione di incastro dei pali metallici deve essere protetta dalla corrosione mediante nastratura da effettuare sul sostegno in modo che sporga fuori dalla fondazione per cm.10 e scenda al di sotto per cm 10.
Dovrà essere utilizzato nastro autoadesivo tipo Scotcharap n.50 o similare.
Dovrà essere realizzato un collare in cemento lisciato con dimensioni di diametro 200x200 mm.
Sostegni sollecitazioni ammissibili
Le massime sollecitazioni ammissibili per i sostegni in acciaio dei centri luminosi non devono superare quelle prescritte dalla norma UNI 10011-74.
Distanziatori
Nella realizzazione degli impianti si dovranno rispettare i distanziamenti ai limiti della carreggiata e dalla sede stradale, l'altezza minima degli impianti nella carreggiata ed i distanziamenti dei sostegni e degli apparecchi di illuminazione dai conduttori delle linee elettriche aeree esterne, così come previsto dalle vigenti norme CEI 64-7 e CEI 11-4.

Art. 31 PAVIMENTAZIONI BITUMINOSE

31.1 Leganti bituminosi (bitumi)

Descrizione
Per leganti bituminosi semisolidi si intendono i bitumi per uso stradale costituiti sia da bitumi di base che da bitumi modificati.

31.1.1 Leganti bituminosi semisolidi di base
I leganti bituminosi semisolidi di base sono quei bitumi per uso stradale utilizzati per impiegati per il confezionamento di conglomerati bituminosi tradizionali a caldo.

Nel confezionamento dei conglomerati bituminosi potranno essere impiegati bitumi delle classi 35/50, 50/70 e 70/100. La scelta della classe di legante bituminoso dovrà essere approvata dalla Direzione Lavori.

I leganti bituminosi semisolidi di base dovranno soddisfare i valori indicati nella Tabella 4.

Tabella 4

Caratteristiche	u.m.	Norma	Classe 35/50 **(A)**	Classe 50/70 **(B)**	Classe 70/100 **(C)**

Valore della penetrazione a 25 °C	dmm	EN 1426	**35 – 50**	**50 – 70**	**70 – 100**
Punto di rammollimento	°C	EN 1427	**50 - 58**	**46 – 54**	**43 - 51**
Punto di rottura secondo il metodo Fraass, valore massimo	°C	EN 12593	**-5**	**-8**	**-10**
Punto di infiammabilità, valore minimo	°C	EN 22592	**240**	**230**	**230**
Resistenza all'indurimento, a 163 °C (RTFOT)		EN 12607-1	\	\	\
variazione di massa, massimo ±	%		**0,5**	**0,5**	**0,5**
penetrazione residua, minimo (rispetto al valore iniziale)	%	EN 1426	**53**	**50**	**46**
punto di rammollimento dopo indurimento, valore minimo	°C	EN 1427	**52**	**48**	**45**

I leganti bituminosi di Classe A e B saranno utilizzati per il confezionamento dei conglomerati bituminosi nel periodo che va dal mese di marzo a ottobre, mentre nel periodo che va da novembre a febbraio di norma saranno utilizzati i leganti di Classe B e C.

31.1.2. Leganti bituminosi modificati

I bitumi modificati sono quei leganti bituminosi per uso stradale che garantiscono una maggiore durata a fatica e resistenza alle deformazione permanenti delle miscele bituminose rispetto a quelle confezionate con i bitumi di base. I leganti bituminosi modificati hanno inoltre un maggiore resistenza alle alte e basse temperature ambientali.

I bitumi modificati vengono prodotti in appositi impianti industriali dove vengono intimamente miscelati speciali bitumi con idonei polimeri (elastomeri e/o plastomeri).

La scelta della classe di legante bituminoso dovrà essere approvata dalla Direzione Lavori.

Nella Tabella 5 sono riportate le caratteristiche riferite al prodotto.

Tabella 5

Caratteristiche	u.m.	Norma	Classe 45/80 **(D)**	Classe 45/80 **(E)**	Classe 65/105 **(F)**
Valore della penetrazione	dmm	EN 1426	**45 – 80**	**45 – 80**	**65 – 105**
Punto di rammollimento	°C	EN 1427	**≥ 60**	**≥ 65**	**≥ 70**
Punto di rottura secondo il metodo Fraass, valore massimo	°C	EN 12593	**-12**	**-15**	**-15**
Recupero elastico a 25°C	%	EN 13398	**≥ 60**	**≥ 80**	**≥ 80**
Stabilità allo stoccaggio – 3gg a 180°C	dmm	EN 1426	**≤ 5**	**≤ 5**	**≤ 5**
Resistenza all'indurimento, a 163 °C (RTFOT)		EN 12607-1	\	\	\
variazione di massa, massimo ±	%		**0,5**	**0,5**	**0,5**
penetrazione residua, minimo (rispetto al valore iniziale)	%	EN 1426	**≥ 60**	**≥ 60**	**≥ 60**

punto di rammollimento – min.	°C	EN 1427	**≤ 10**	**≤ 10**	**≤ 10**

Salvo diverse scelte progettuali e/o prescrizioni impartite dalla D.L., dovrà essere utilizzato bitume modificato di classe 45/80 **(E)** per il confezionamento dei conglomerati bituminosi per strato di base, di collegamento e di usura tipo antisdrucciolo (Splittmastix), mentre per la realizzazione dei conglomerati bituminosi di usura e usura drenante dovrà essere utilizzato bitume modificato di classe 65/105 **(F)**.

31.1.3. Emulsioni bituminose cationiche per mano d'attacco (Acida)
Descrizione
Le emulsioni bituminose cationiche saranno utilizzate come mano di attacco tra gli strati bituminosi e tra lo strato di base in misto cementato e lo strato di base in conglomerato bituminoso.
Le emulsioni bituminose cationiche per mano di attacco dovranno soddisfare i valori indicati nella Tabella 6.

Tabella 6

Caratteristiche	u.m.	Norma	Emulsione
Contenuto di acqua nelle emulsioni bituminose	%	EN 1428	**≤ 45**
Determinazione mediante distillazione del legante recuperato	%	EN 1427	**≥ 55**
Stabilità allo stoccaggio per setacciatura	%	EN 1429	**≤ 0,2**
Sedimentazione di emulsioni bituminose	°C	EN 12847	**≤ 5**
Caratteristiche del bitume estratto		EN 1431	\
Valore della penetrazione a 25 °C	dmm	EN 1426	**≤ 220**
Punto di rammollimento	°C	EN 1427	**≥ 35**

Il dosaggio di emulsione sarà stabilito in base alle caratteristiche del supporto su cui sarà applicata;
nel caso di una superficie bituminosa fresata o una pavimentazione vecchia fessurata, dovrà essere applicata una mano di attacco in ragione di 1,0-1,2 kg/m²;
nel caso di una superficie bituminosa vecchia ma prima di fessurazioni dovrà essere applicata una mano di attacco in ragione di 0,8-1,0 kg/m²;
nel caso di una superficie bituminosa stesa recentemente dovrà essere applicata una mano di attacco in ragione di 0,6-0,8 kg/m²;
nel caso di una pavimentazione in misto cementato dovrà essere applicata una mano di attacco in ragione di 0,8-1,0 kg/m²;
nel caso di una pavimentazione in calcestruzzo dovrà essere applicata una mano di attacco in ragione di 0,8-1,0 kg/m².

31.2 Additivi

31.2.1. Attivanti chimici funzionali (ACF)

Descrizione:
Qualora nel confezionamento dei conglomerati bituminosi a caldo venga utilizzata una percentuale di conglomerato riciclato (RA) superiore al 10% in peso della miscela degli strati di usura e del 20% negli strati di collegamento (binder) e strati di base (Tout Venant), dovranno essere utilizzati speciali additivi tali da modificare e migliorare le proprietà di adesione, suscettibilità termica, coesione, penetrazione e punto di rammollimento del legante bituminoso. Il corretto dosaggio dell'additivo dovrà essere stabilito attraverso le prove di laboratorio come previsto dalla norma UNI EN 13108.

La presenza dell'additivo sarà verificata analizzando il legante bituminoso recuperato dal conglomerato bituminoso secondo la norma UNI EN 12697-3. Il legante analizzato dovrà rispettare i parametri inseriti nelle Tabelle 4 e 5 del Paragrafo 31.1. leganti bituminosi., dopo Resistenza all'indurimento, a 163 °C (RTFOT). La penetrazione o il punto di rammollimento del legante nella miscela risultante, calcolato dalle penetrazioni o punti di rammollimento del legante aggiunto e del legante recuperato dal fresato bituminoso, dovranno incontrare i requisiti di penetrazione o punto di rammollimento della gradazione del legante selezionata. Il calcolo deve essere eseguito in accordo con l'allegato A delle norme UNI EN 13108-1 e 13108-5.

31.2.2. Attivanti di adesione

Descrizione
Nel confezionamento dei conglomerati bituminosi a caldo, confezionati con bitumi (A), (B) e (C) dovrà essere utilizzato un additivo finalizzato a migliorare l'affinità tra inerte e bitume. Nel confezionamento dei conglomerati bituminosi a caldo, confezionati con bitumi modificati (D), (E) e (F) dovrà essere utilizzato l'additivo solo quando nella miscela bituminosa è prevista l'integrazione del conglomerato riciclato, finalizzato a migliorare l'affinità tra inerte e bitume.
Il dosaggio dell'additivo sarà compreso tra lo 0,2% e lo 0,5% sul peso del bitume. L'additivo dovrà essere aggiunto al legante bituminoso utilizzando opportune modalità o apparecchiature in grado di dosarlo correttamente ed in modo tale da permetterne la sua perfetta dispersione all'interno del legante.
La presenza dell'additivo sarà verificata analizzando il legante bituminoso, prelevato dalla cisterna e determinando l'affinità tra un inerte e bitume secondo la norma Cnr BU n.138 svolta alla temperatura di 40°C. Come inerte di riferimento sarà utilizzato quello dell'Appaltatore produttrice del conglomerato bituminoso e dalla suddetta prova dovrà risultare che non meno del 95% della superficie dell'inerte resti ricoperta dalla pellicola di legante bituminoso.

31.2.3. Modificanti strutturali (Fibre)

Descrizione
I Modificanti strutturali sono additivi che migliorano le caratteristiche strutturali del legante bituminoso, aumentando i valori di resistenza a trazione e le caratteristiche di fatica, ed aumentando la viscosità della legante bituminoso aumentando lo spessore della pellicola del legante e diminuendo problemi di colatura del bitume durante il trasporto.
Questo additivo deve essere utilizzato nel confezionamento dei conglomerati bituminosi di tipo antisdrucciolo (SMA) e che rientrano nella norma UNI EN 13108-5.
L'additivo può essere di natura minerale (vetro), di natura organica (cellulosa) oppure una miscele delle due. La Direzione Lavori potrà approvare l'utilizzo di altri additivi purché provviste di schede Tecniche e di Sicurezza.
In ogni caso le fibre o la loro miscela dovranno essere in formato tale da impedire la dispersione in aria delle parti volatili durante la movimentazione e tutto l'arco temporale dell'impiego.
Il dosaggio dell'additivo dovrà essere compreso tra lo 0,20% - 0,4% in peso sula miscela di inerti (incluso il filler).
L'additivo deve essere dosato mediante opportuni macchinari in grado di garantire il perfetto dosaggio, disgregazione e dispersione all'interno miscela di inerti. L'additivo deve essere aggiunto direttamente nel mescolatore dell'impianto di produzione dei conglomerati bituminosi, prima dell'aggiunta del legante bituminoso.
Le dimensioni (diametro e lunghezza) delle fibre o delle loro miscele, dovranno essere tali da non risultare pericolose per inalazione e in generale non pericolose per il personale operante.
Le fibre, devono soddisfare le caratteristiche geometriche e meccaniche riportate nella Tabella 7.

Tabella 7

Lunghezza (µm)	200 – 6000
Diametro (µm)	8 - 20
Resistenza alla trazione (GPa)	1,5 - 3
Allungamento massimo (%)	1 - 3
Punto di fusione (°C)	> 300 °C

31.3. Conglomerati bituminosi confezionati a caldo

31.3.1. Strato di Base (Tout-Venant)

Descrizione:
Lo strato di base (Tout Venant) in conglomerato bituminoso è costituito da un misto granulare, prevalentemente di frantumazione, costituito da una miscela di aggregato grosso, fine e filler impastata a caldo con legante bituminoso semisolido di prescritta Classe, previo preriscaldamento degli aggregati, steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con rulli metallici e/o gommati, vibranti o statici perfettamente funzionanti e di idoneo peso.
Gli inerti e il filler impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione secondo ed in conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043 "Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti ed altre aree soggette a traffico". Il conglomerato bituminoso, una volta messo in opera, dovrà conferire una elevata resistenza meccanica allo strato di pavimentazione in modo da sopportare le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli senza subire deformazioni permanenti. Lo spessore dello strato di base è indicato dalla Direzione Lavori in fase di progetto.

Caratteristiche dei materiali:
Aggregato grosso (frazione superiore ai 2,00 mm)
L'aggregato grosso deve essere conforme alla EN 13043 come appropriato per l'uso specifico.
L'aggregato grosso sarà costituito da inerti frantumati, ghiaie, ghiaie frantumate, pietrischetti e graniglie che potranno essere di provenienza o natura petrografica diversificata, purché rispettino le specifiche prestazionali di seguito richieste.
L'aggregato deve avere dimensioni tali da risultare completamente passante al setaccio da 31,5 mm;
Il contenuto di fini, passante al setaccio da 0,063 mm (f), secondo la norma UNI EN 933-1, deve risultare inferiore al 2% [f_2],
Il Coefficiente di appiattimento (FI), secondo la norma UNI EN 933-3, deve risultare inferiore al 20% [FI_{20}],
Il Coefficiente di forma (SI), secondo la norma UNI EN 933-4, deve risultare inferiore al 20% [SI_{20}],
La perdita in peso alla prova Los Angeles (LA) secondo la norma UNI EN 1097-2, eseguita sulle singole pezzature, , non deve essere superiore al 25% [LA_{25}],
La percentuale di superfici frantumate negli aggregati grossi secondo la norma 933-5 non deve essere inferiore al 60%.

Aggregato fino (frazione inferiore ai 2,00 mm)
L'aggregato fino deve essere conforme alla EN 13043 come appropriato per l'uso specifico.
L'aggregato grosso sarà costituito da sabbie naturali o da sabbie provenienti da processi di frantumazione che potranno essere di provenienza o natura petrografica diversificata, purché rispettino le specifiche prestazionali di seguito richieste.

L'equivalente in sabbia, secondo la norma UNI EN 933-8, deve essere maggiore del 65%,
L'inerte fino, ai sensi della Norma UNI CEN ISO/TS 17892-12 "Indagini e prove geotecniche - Prove di laboratorio sui terreni - Parte 12: Determinazione dei limiti di Atterberg", deve avere un Limite Liquido e un Limite Plastico non determinabili, e di conseguenza l'inerte deve risultare non plastico.

Additivo filler (frazione inferiore ai 0,063 mm)
L'additivo filler deve essere conforme alla EN 13043 come appropriato per l'uso specifico.
Gli additivi (filler) devono preferibilmente provenire dalla macinazione di rocce di natura calcara e dovranno soddisfare ai seguenti requisiti:

Alla prova UNI EN 933-1 dovranno risultare compresi nei seguenti limiti indicati nella Tabella 5.

Tabella 5

Setacci a maglia quadra Apertura maglie in mm	**Passante in peso**	
	Limite inferiore	**Limite superiore**
Setaccio 2,00	100	100
Setaccio 0,125	85	100
Setaccio 0,063	75	100

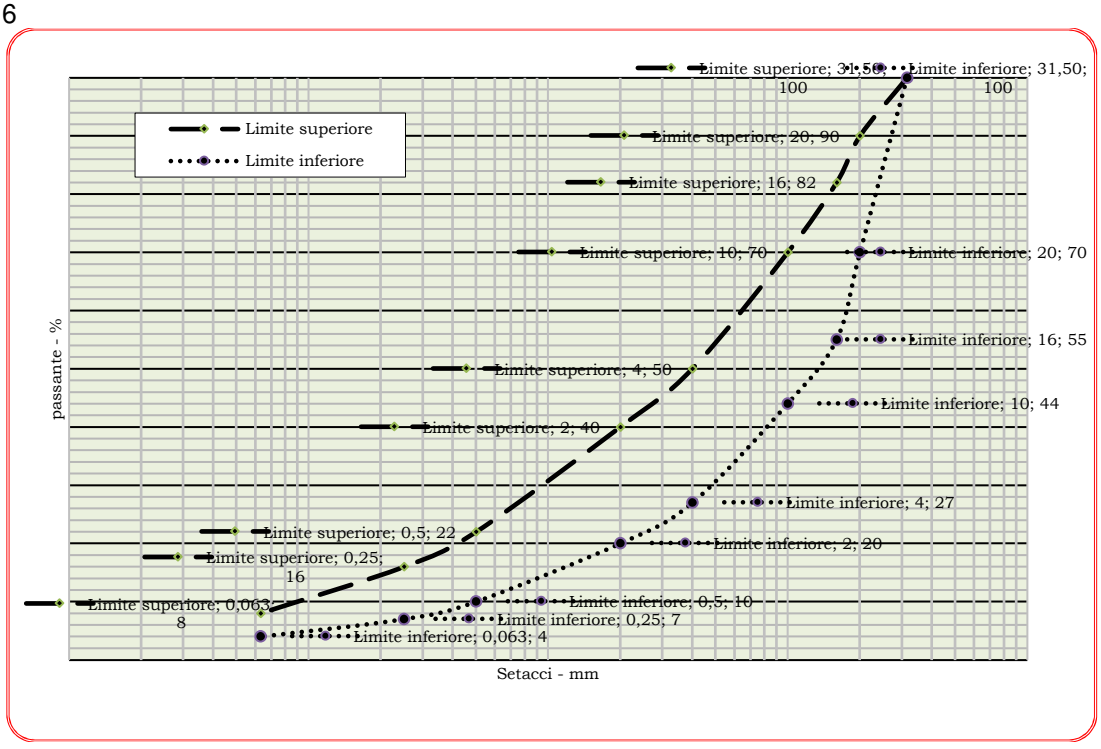
Conglomerato riciclato (fresato bituminoso):
Nel confezionamento del conglomerato bituminoso per strato di base è possibile l'impiego di conglomerato riciclato fino ad un massimo del 20% in peso sulla miscela di inerti compreso il filler. Dosaggi maggiori potranno essere approvati dalla Direzione Lavori e comunque dovranno essere utilizzati degli additivi chimici funzionali nei dosaggi e metodologie descritte nello specifico Paragrafo. Il conglomerato riciclato (fresato) deve rispondere a quanto prescritto dal Testo Unico Ambientale 152/06.

Composizione granulometrica miscela:
La miscela di inerti utilizzata per il confezionamento del conglomerato bituminoso per strato di base deve avere andamento continuo ed uniforme concorde a quello delle curve limiti inserite nella Tabella 6 e rappresentati graficamente nel Grafico 6. La determinazione della composizione granulometrica della miscela deve essere eseguita secondo la norma UNI EN 933-1.

Tabella 6

Setacci a maglia quadra (serie fondazione + set 2) Apertura maglie in mm	**Passante in peso**	
	Limite inferiore	**Limite superiore**
Setaccio 31,5	100	100
Setaccio 20	70	90
Setaccio 16	55	82
Setaccio 10	44	70
Setaccio 4	27	50
Setaccio 2	20	40
Setaccio 0,5	10	22
Setaccio 0,25	7	16
Setaccio 0,063	4	8

Grafico 6



Legante bituminoso (bitume):
Nel confezionamento dei conglomerati bituminosi per strato di base devono essere impiegati leganti bituminosi semisolidi di base rispondenti alle specifiche tecniche riportate nella Tabella 4 del Paragrafo 31.1 leganti bituminosi. La classe del legante bituminoso sarà a discrezione della Direzione Lavori e sarà indicato nel Capitolato Speciale d'Appalto. Il contenuto minimo di legante bituminoso dovrà essere pari al **4,0% (valore corretto)** sul peso della miscela (B_{min}4,0%) e comunque dovrà risultare sufficiente a garantire il raggiungimento di tutti i valori prestazionali richiesti alla miscela finale.

Per determinare il contenuto di legante "corretto", il dosaggio di bitume dovrà essere moltiplicato per il fattore α= 2,650/ρd, dove ρd è inteso come la densità del particella di aggregato, in megagrammi per metro cubo (Mg/m^3), determinata secondo la EN 1097-6.

Additivi:
Nel confezionamento dei conglomerati bituminosi per strato di base devono essere impiegati gli additivi come descritto nel Paragrafo 31.2.2.

Studio della miscela in laboratorio (mix-design):
L'Appaltatore dovrà, preliminarmente all'inizio dei lavori, presentare alla Direzione Lavori uno studio della miscela che intende utilizzare. Nello studio dovranno essere riportate tutte le prove prestazionali delle materie prime e della miscela finale. In allegato allo studio l'Appaltatore deve presentare la documentazione attestante la marcatura CE del conglomerato bituminoso.

Prestazioni del conglomerato bituminoso per strato di base:
Le miscele devono essere verificate mediante pressa giratoria per la determinazione dell'analisi volumetrica.
L'analisi volumetrica della miscela di progetto deve essere analizzata mediante l'apparecchiatura pressa giratoria secondo la norma AASHTO T312.
Condizioni di prova (Tabella 7):

Tabella 7

Caratteristica	u.m.	Valore
Angolo di rotazione	°gradi	1,25 ± 0,02*
Velocità di rotazione	Rpm	30
Pressione verticale	kPa	600
Dimensioni provino - diametro	mm	150
Quantità materiale	gr	4.500

*La Direzione Lavori potrà accettare anche angoli di rotazione come previsto dalla norma UNI EN 12697-31.

Per l'analisi volumetrica della miscela bituminosa i provini dovranno essere compattati mediante pressa giratoria al un numero di giri totali (N_{max}).
La verifica della % dei vuoti dovrà essere fatta a tre livelli di n° cicli: $N_{iniziale}$, N_{design} e N_{max}.

Il numero dei giri di riferimento con le relative percentuali dei vuoti sono (Tabella 8):

Tabella 8

Livello compattazione	Cicli	Vuoti(3)	Gmb(1)/Gmm(2)
	n.	%	%
N_{design}	10	10 ÷ 16	90 ÷ 84
N_{design}	100	4 ÷ 8	96 ÷ 92
N_{max}	180	2 ÷ 7	98 ÷ 93

Densità di volume del conglomerato costipato, secondo la norma UNI EN 12697-6 – Procedura A o B,
Densità massima teorica del conglomerato bituminoso, secondo la norma UNI EN 12697-5 – procedura A,
Vuoti d'aria nei conglomerati bituminosi, secondo la norma UNI EN 12697-8.

Il conglomerato bituminoso per strato di base dovrà essere testato determinandone la resistenza a trazione indiretta a 25°C secondo la norma UNI EN 12697-23. I provini sottoposti a rottura dovranno essere costipati mediante pressa giratoria ad un livello di compattazione N_{design}.
Per ogni miscela dovranno essere testati non meno di n.3 provini.

I due parametri di riferimento sono Rt (resistenza a trazione indiretta) e CTI (coefficiente di trazione indiretta)(Tabella 9):

Tabella 9

Determinazione	u.m.	Valori
Rt (trazione indiretta)	N/mm^2	0,7 ÷ 1,6
CTI (coeff. di trazione indiretta)	N/mm^2	≥ 80

Il contenuto dei vuoti riempiti con bitume (VFB) e i vuoti nell'aggregato minerale (VMA) dei provini saranno determinati in accordo con la norma UNI EN 12697-8, utilizzando la densità di volume e i valori di densità massima teorica, determinati secondo i metodi appropriati dichiarati nell'Allegato B (Tabella 10).

Tabella 10

Determinazione	u.m.	Minimo	Massimo
VMA	%	VMAmin12	\
VFB	%	VFBmin65	VFBmax83

La stabilità Marshall (S, P) e la rigidezza Marshall (Q) dei campioni preparati mediante compattatore ad impatto, con una energia di compattazione pari a 75 colpi per ogni faccia, in base a quanto richiesto nella norma UNI EN 13108-20 (tabella C1), dovrà rispettare quanto richiesto nella Tabella 11. I Vuoti d'aria nel conglomerati bituminosi saranno determinati secondo la norma UNI EN 12697-8.

Tabella 11

Determinazione	u.m.	Minimo	Massimo
Stabilità Marshall (S, P)	kN	$S_{min}10$	$\underline{P}_{max}NR$
Rigidezza	kN/mm	$Q_{min}3,0$	\
Vuoti	%	$V_{min}3$	$V_{max}7$

Confezionamento dei conglomerati bituminosi per strato di base:
Il conglomerato bituminoso sarà confezionato utilizzando impianti fissi automatizzati, aventi idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte. Gli impianti potranno essere sia di tipo tradizionale (continuo) che di tipo discontinuo.
La produzione non dovrà superare la potenzialità produttiva dell'impianto, per garantire una idonea essiccatura degli inerti ed un uniforme riscaldamento della miscela.
L'impianto dovrà comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele rispondenti a quelle di progetto. Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del legante bituminoso alla temperatura richiesta ed indicata dal fornitore, nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo filler.
La zona destinata allo stoccaggio degli inerti dovrà essere priva di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia, e quindi un idoneo rivestimento degli aggregati da parte del legante bituminoso. I diversi cumuli delle diverse classi di inerti devono essere nettamente separati tra di loro e ben riconoscibili attraverso idonei cartelli.
Per il confezionamento del conglomerato bituminoso per strato di base si farà uso di almeno 4 classi di inerte.
Il tempo di mescolazione dovrà essere quello sufficiente garantire una perfetta omogeneizzazione dei materiali ed un perfetto rivestimento degli inerti da parte del legante bituminoso.
La temperatura del conglomerato bituminoso all'uscita del mescolatore dovrà essere compresa tra 140° e 180°C qualora si utilizzassero i leganti bituminosi di classe (B) ed (C) e compresa tra 150° e 190°C qualora si utilizzassero i leganti di classe (A).
Per garantire le suddette temperature gli impianti dovranno essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

Posa in opera
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 vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento. La Direzione Lavori si riserva la facoltà di poter far variare la tecnologia ritenuta non opportuna.
Le vibrofinitrici dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione localizzata degli elementi litoidi più grossi.

Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali, provvedendo all'applicazione di emulsione bituminosa acida (vedere Paragrafo 31.1.3) per assicurare la saldatura della striscia successiva.
Se il bordo risulta 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 10 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.
Nel caso la lavorazione interessi tratti in cui siano presenti giunti di dilatazione (giunti a tampone, acciaio gomma ecc) per viadotti o ponti, la lavorazione deve essere complanare (mediante fresatura e/o rimozione del conglomerato adiacente al giunto) per avere una superficie viabile con elevate caratteristiche di planarità.
La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la finitrice dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 135°C per conglomerati confezionati con i leganti bituminosi di classe (B) ed (C) e non inferiore ai 145°C per i conglomerati bituminosi confezionati con i leganti di classe (A).
La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta esecuzione di tutte le fasi operative.
Gli strati eventualmente compromessi dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Appaltatore.
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 perfettamente funzionanti di idonea tipologia e peso. Qualora lo strato di base dovesse superare i 12 cm di spessore, la stesa del conglomerato bituminoso dovrà obbligatoriamente avvenire attraverso due stese successive.
Si avrà cura di condurre la compattazione con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare effetti di fessurazioni e scorrimenti nello strato.
Per lo strato di base la miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito dello strato di base o della fondazione solamente dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di questa ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza.
Prima della stesa del conglomerato bituminoso su strati di base in misto cementato, per garantirne il corretto ancoraggio, dovrà essere applicata una mano di attacco costituita da emulsione bituminosa cationica a rapida rottura in ragione della quantità indicata nel Paragrafo 31.1.3..

Trasporto
Il trasporto del conglomerato bituminoso dall'impianto di confezione al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, puliti, efficienti e veloci, sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali e formazione di crostoni. Per la pulizia del cassone del mezzo di trasporto è assolutamente vietato l'utilizzo di gasolio. Dovranno essere utilizzati appositi solventi eco-compatibili che non inquinino e non compromettano negativamente le caratteristiche del conglomerato bituminoso.

Verifiche finali
La Direzione Lavori potrà richiedere una verifica delle caratteristiche del conglomerato bituminoso applicato.
La superficie degli strati dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Mediante un'asta rettilinea lunga 4,00 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato dovrà aderirvi uniformemente e sarà tollerato uno scostamento di 5 mm.
Il grado di compattazione (C_{rg}) della pavimentazione deve essere calcolato dalla seguente equazione secondo la norma UNI EN 12697-9:

$C_{rg} = 100 * \rho_{bc}/\rho_{rg}$

dove:

C_{rg} = è il grado di compattazione, in percentuale (%);
ρ_{bc} = Densità di volume del conglomerato prelevato mediante carotatrice meccanica con foretto avente diametro non inferiore ai 150 mm, determinato secondo la norma UNI EN 12697-6 – Procedura A o B. Valore espresso in megagrammi per metro cubo (Mg/m^3);
ρ_{rg} = è la massa volumica di riferimento convenzionale, determinata attraverso l'analisi del conglomerato bituminoso sfuso mediante compattatore giratorio al livello di compattazione di N_{Design} o Marshall valore espresso in megagrammi per metro cubo (kg/m^3).
il valore di C_{rg} dovrà essere maggiore o uguale al 97%.

Lo spessore della pavimentazione bituminosa sarà analizzato mediante il prelievo di campioni con carotatrice meccanica avente un foretto con diametro non inferiore ai 100 mm. Lo spessore dello strato sarà determinato mediante la norma UNI EN 12697-29.

Obblighi da parte dell'appaltatore (documentazione Marcatura CE):
La Direzione Lavori si riserva di non accettare il conglomerato bituminoso presentato dall'Appaltatore qualora questo sia sprovvisto della necessaria documentazione attestante la marcatura CE.
Il produttore o il suo rappresentante autorizzato, designato dell'EEA, è responsabile dell'applicazione della marcatura CE. Il simbolo di marcatura CE da applicare deve essere conforme alla Direttiva 93/68/CE e deve figurare sull'etichetta allegata ai documenti commerciali di accompagnamento (DDT). Il simbolo di marcatura CE deve essere accompagnato dalle seguenti informazioni:
- numero di identificazione dell'organismo di certificazione;
- nome o marchio identificativo e indirizzo registrato del produttore;
- le ultime due cifre dell'anno in cui si applica la marcatura;
- numero del certificato CE di conformità e di controllo della produzione;
- riferimento alla presente norma europea;
- descrizione del prodotto: nome generico, materiale, dimensioni e impiego previsto;
- Informazioni delle caratteristiche essenziali rilevanti elencate in Tabella ZA.1. e ZA1b. della norma europea armonizzata UNI EN 13108-1, presentate come i valori dichiarati e, dove rilevanti, livello o classe da dichiarare per ogni caratteristica essenziale, come indicato nelle note alla tabella ZA.1. e ZA.1b.
- "Nessuna prestazione determinata" per requisiti ove ciò sia rilevante.
L'opzione "Nessuna prestazione determinata (NPD) non può essere usata laddove la caratteristica è soggetta ad un livello di soglia. Altrimenti, l'opzione NPD può essere usata quando e dove la caratteristica, per un uso specifico.
I requisiti **obbligatori** che devono apparire nell'Etichetta CE sono:
Temperatura della miscela alla produzione e alla consegna (valori di soglia);
Contenuto minimo di legante (categoria e valore reale);
Composizione granulometrica (valore %);
Qualora i requisiti facoltativi riportino l'opzione "Nessuna prestazione determinata" (NPD), la **Direzione Lavori potrà richiederà** uno Studio della miscela in laboratorio (mix-design) come previsto nelle Norme Tecniche, da presentarsi con congruo anticipo all'inizio dei lavori.

Esempio di una Etichetta CE che deve essere allegata al documento di trasporto o alla bolla di acquisto e fatta avere in copia alla Direzione Lavori. Come designazione della norma potrà essere utilizzata anche la sigla AC al posto di CB.

CE 01234	*Marcatura di conformità CE, composta da:* *Simbolo "CE"- fornito dalla direttiva 93/68/EEC* *Numero di identificazione dell'organismo di certifica*
Nome Ditta, Via....., CAP....Città..... 06 01234-CPD-00234	*Nome o marchio identificativo e indirizzo registrato produttore* *Ultime due cifre dell'anno in cui è stata affissa l marcatura* *Numero del certificato*
EN 13108-1 **Conglomerato Bituminoso per strade, aeroporti e altre aree trafficate** CB 22,4 BASE 50/70 Nome Impianto (es. euro asphalt plant S24)	*Numero della Normativa europea* *Descrizione del prodotto* *Designazione della norma* *Nome dell'impianto*
Requisiti generali + Requisiti fondamentali	*Codice di identificazione della miscela*
Contenuto di vuoti * – massimo – minimo Sensibilità all'acqua*	 Vmax7 (7,0 %) Vmin2 (2,0 %) $ITSR_{90}$ (90 %)
Resistenza all'abrasione da pneumatici scolpiti (chiodati)	Abr_{A40} (40ml)
Reazione al fuoco Temperatura della miscela	Euroclass Cfl** da 140 °C a 180 °C
Granulometria	*e*
	Informazioni sulle caratteristiche di legge che dovre coincidere con la Tabella ZA. 1°; tuttavia, il produ può voler dichiarare il valore prestazionale reale aggiunta alla categoria o classe specificata in que documento

31.3.2. Strato di Collegamento (Binder)

Descrizione
Lo strato di collegamento (Binder) in conglomerato bituminoso è costituito da un misto granulare, prevalentemente di frantumazione, costituito da una miscela di aggregato grosso, fine e filler impastata a caldo con legante bituminoso semisolido di prescritta Classe, previo preriscaldamento degli aggregati, steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con rulli metallici e/o gommati, vibranti o statici perfettamente funzionanti e di idoneo peso.
Gli inerti e il filler impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione secondo ed in conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043 "Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti ed altre aree soggette a traffico". Il conglomerato bituminoso, una volta messo in opera, dovrà conferire una elevata resistenza meccanica allo strato di pavimentazione in modo da sopportare le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli senza subire deformazioni permanenti. Lo spessore dello strato di collegamento è indicato dalla Direzione Lavori in fase di progetto.

Caratteristiche dei materiali
Aggregato grosso (frazione superiore ai 2,00 mm)
L'aggregato grosso deve essere conforme alla EN 13043 come appropriato per l'uso specifico.
L'aggregato grosso sarà costituito da inerti frantumati, ghiaie, ghiaie frantumate, pietrischetti e graniglie che potranno essere di provenienza o natura petrografica diversificata, purché rispettino le specifiche prestazionali di seguito richieste.

L'aggregato deve avere dimensioni tali da risultare completamente passante al setaccio da 20 mm;
Il contenuto di fini, passante al setaccio da 0,063 mm (f), secondo la norma UNI EN 933-1, deve risultare inferiore al 2% [f_2],
Il Coefficiente di appiattimento (FI), secondo la norma UNI EN 933-3, deve risultare inferiore al 15% [FI_{15}],
Il Coefficiente di forma (SI), secondo la norma UNI EN 933-4, deve risultare inferiore al 20% [SI_{20}],
La perdita in peso alla prova Los Angeles (LA) secondo la norma UNI EN 1097-2, eseguita sulle singole pezzature, , non deve essere superiore al 25% [LA_{25}],
La percentuale di superfici frantumate negli aggregati grossi secondo la norma 933-5 deve essere del 100%.

Aggregato fino (frazione inferiore ai 2,00 mm)
L'aggregato fino deve essere conforme alla EN 13043 come appropriato per l'uso specifico.
L'aggregato fino sarà costituito da sabbie naturali o provenienti da processi di frantumazione che potranno essere di provenienza o natura petrografica diversificata, purché rispettino le specifiche prestazionali di seguito richieste.

L'equivalente in sabbia, secondo la norma UNI EN 933-8, deve essere maggiore del 65%,
L'inerte fino, ai sensi della Norma UNI CEN ISO/TS 17892-12 "Indagini e prove geotecniche - Prove di laboratorio sui terreni - Parte 12: Determinazione dei limiti di Atterberg", deve avere un Limite Liquido e un Limite Plastico non determinabili, e di conseguenza l'inerte deve risultare non plastico.

Additivo filler (frazione inferiore ai 0,063 mm)
L'additivo filler deve essere conforme alla EN 13043 come appropriato per l'uso specifico.
Gli additivi (filler) devono preferibilmente provenire dalla macinazione di rocce di natura calcara e dovranno soddisfare ai seguenti requisiti:
Alla prova UNI EN 933-1 dovranno risultare compresi nei seguenti limiti indicati nella Tabella 12.

Tabella 12

Setacci a maglia quadra Apertura maglie in mm	**Passante in peso**	
	Limite inferiore	**Limite superiore**
Setaccio 2,00	100	100
Setaccio 0,125	85	100
Setaccio 0,063	75	100

Conglomerato riciclato (fresato bituminoso)
Nel confezionamento del conglomerato bituminoso per strato di collegamento è possibile l'impiego di conglomerato riciclato fino ad un massimo del 20% in peso sulla miscela di inerti compreso il filler. Dosaggi

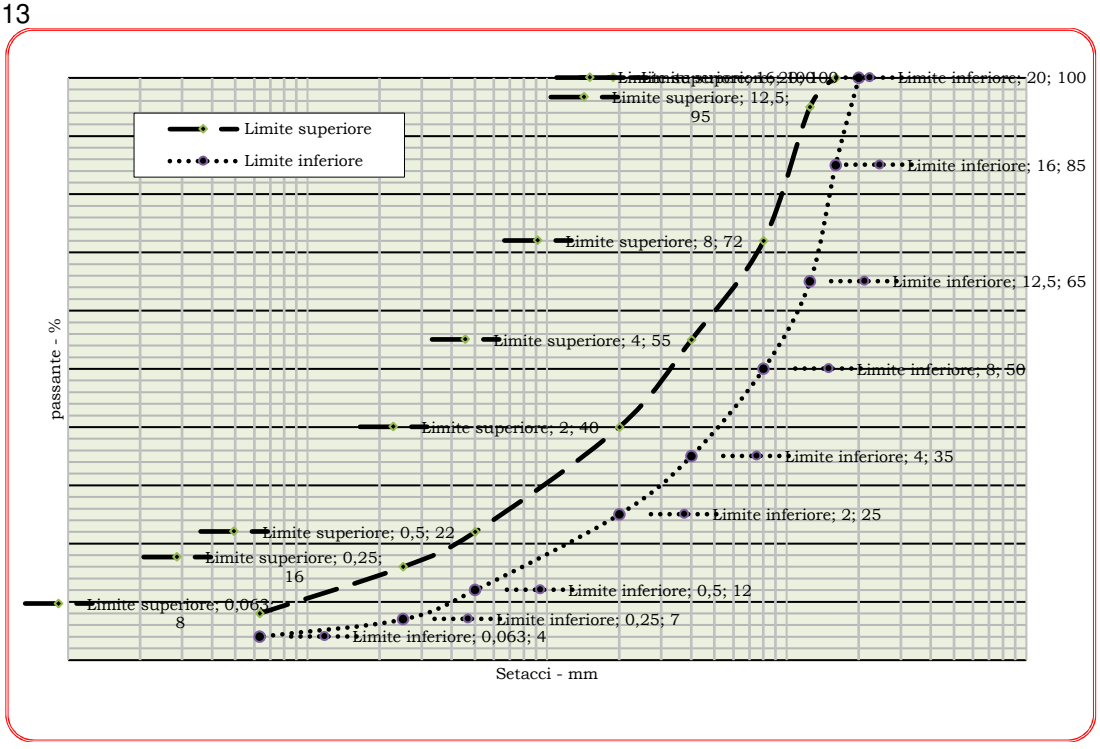
maggiori potranno essere approvati dalla Direzione Lavori e comunque dovranno essere utilizzati degli additivi chimici funzionali nei dosaggi e metodologie descritte nel Paragrafo 31.2.1. Il conglomerato riciclato (fresato) deve rispondere a quanto prescritto dal Testo Unico Ambientale 152/06.

Composizione granulometrica miscela
La miscela di inerti utilizzata per il confezionamento del conglomerato bituminoso per strato di collegamento deve avere andamento continuo ed uniforme concorde a quello delle curve limiti inserite nella Tabella 13 e rappresentati graficamente nel Grafico 13. La determinazione della composizione granulometrica della miscela deve essere eseguita secondo la norma UNI EN 933-1.

Tabella 13

Setacci a maglia quadra (serie fondazione + set 2) Apertura maglie in mm	**Passante in peso**	
	Limite inferiore	**Limite superiore**
Setaccio 20	100	100
Setaccio 16	85	100
Setaccio 12,5	65	95
Setaccio 8	50	72
Setaccio 4	35	55
Setaccio 2	25	40
Setaccio 0,5	12	22
Setaccio 0,25	7	16
Setaccio 0,063	4	8

Grafico 13



Legante bituminoso (bitume):
Nel confezionamento dei conglomerati bituminosi per strato di collegamento devono essere impiegati leganti bituminosi semisolidi di base rispondenti alle specifiche tecniche riportate nella Tabella 4 del Paragrafo 31.1 leganti bituminosi. La classe del legante bituminoso sarà a discrezione della Direzione Lavori e sarà indicato nel Capitolato Speciale d'Appalto. Il contenuto minimo di legante bituminoso dovrà essere pari al **4,4% (valore corretto)** sul peso della miscela ($B_{min}4,4$) e comunque dovrà risultare sufficiente a garantire il raggiungimento di tutti i valori prestazionali richiesti alla miscela finale.
Per determinare il contenuto di legante "corretto", il dosaggio di bitume dovrà essere moltiplicato per il fattore $\alpha = 2,650/\rho d$, dove ρd è inteso come la densità del particella di aggregato, in megagrammi per metro cubo (Mg/m^3), determinata secondo la EN 1097-6.

Additivi
Nel confezionamento dei conglomerati bituminosi per strato di collegamento devono essere impiegati gli additivi come descritto nel Paragrafo 31.2.2.

Studio della miscela in laboratorio (mix-design)
L'Appaltatore dovrà, preliminarmente all'inizio dei lavori, presentare alla Direzione Lavori uno studio della miscela che intende utilizzare. Nello studio dovranno essere riportate tutte le prove prestazionali delle materie prime e della miscela finale. In allegato allo studio l'Appaltatore deve presentare la documentazione attestante la marcatura CE del conglomerato bituminoso.

Prestazioni del conglomerato bituminoso per strato di collegamento
Le miscele devono essere verificate mediante pressa giratoria per la determinazione dell'analisi volumetrica.
L'analisi volumetrica della miscela di progetto deve essere analizzata mediante l'apparecchiatura pressa giratoria secondo la norma AASHTO T312.

Condizioni di prova (Tabella 14):

Tabella 14

Caratteristica	u.m.	Valore
Angolo di rotazione	°gradi	1,25 ± 0,02*
Velocità di rotazione	Rpm	30
Pressione verticale	kPa	600
Dimensioni provino - diametro	mm	150
Quantità materiale	gr	4.500

*La Direzione Lavori potrà accettare anche angoli di rotazione come previsto dalla norma UNI EN 12697-31.

Per l'analisi volumetrica della miscela bituminosa i provini dovranno essere compattati mediante pressa giratoria al un numero di giri totali (N_{max}).
La verifica della % dei vuoti dovrà essere fatta a tre livelli di n° cicli: $N_{iniziale}$, N_{design} e N_{max}.

Il numero dei giri di riferimento con le relative percentuali dei vuoti sono (Tabella 15):

Tabella 15

Livello compattazione	Cicli	Vuoti(3)	Gmb(1)/Gmm(2)
	n.	%	%
N_{design}	10	10 ÷ 14	90 ÷ 86
N_{design}	100	4 ÷ 8	96 ÷ 92
N_{max}	180	2 ÷ 6	98 ÷ 94

Densità di volume del conglomerato costipato, secondo la norma UNI EN 12697-6 – Procedura A o B,
Densità massima teorica del conglomerato bituminoso, secondo la norma UNI EN 12697-5 – procedura A,
Vuoti d'aria nei conglomerati bituminosi, secondo la norma UNI EN 12697-8.

Il conglomerato bituminoso per strato di collegamento dovrà essere testato determinandone la resistenza a trazione indiretta a 25°C secondo la norma UNI EN 12697-23. I provini sottoposti a rottura dovranno essere costipati mediante pressa giratoria ad un livello di compattazione N_{design}.
Per ogni miscela dovranno essere testati non meno di n.3 provini.

I due parametri di riferimento sono Rt (resistenza a trazione indiretta) e CTI (coefficiente di trazione indiretta)(Tabella 16):

Tabella 16

Determinazione	u.m.	Valori
Rt (trazione indiretta)	N/mm^2	0,75 ÷ 1,55
CTI (coeff. di trazione indiretta)	N/mm^2	≥ 75

Il contenuto dei vuoti riempiti con bitume (VFB) e i vuoti nell'aggregato minerale (VMA) dei provini saranno determinati in accordo con la norma UNI EN 12697-8, utilizzando la densità di volume e i valori di densità massima teorica, determinati secondo i metodi appropriati dichiarati nell'Allegato B (Tabella 17).

Tabella 17

Determinazione	u.m.	Minimo	Massimo
VMA	%	VMAmin12	\
VFB	%	VFBmin65	VFBmax86

La stabilità Marshall (S, P) e la rigidezza Marshall (Q) dei campioni preparati mediante compattatore ad impatto, con una energia di compattazione pari a 75 colpi per ogni faccia, in collegamento a quanto richiesto nella norma UNI EN 13108-20 (tabella C1), dovrà rispettare quanto richiesto nella Tabella 18. I Vuoti d'aria nel conglomerati bituminosi saranno determinati secondo la norma UNI EN 12697-8.

Tabella 18

Determinazione	u.m.	Minimo	Massimo
Stabilità Marshall (S, P)	kN	$S_{min}10$	$\underline{P}_{max}NR$
Rigidezza	kN/mm	$Q_{min}2,5$	\
Vuoti	%	$V_{min}2,5$	$V_{max}6$

Confezionamento dei conglomerati bituminosi per strato di collegamento:
Il conglomerato bituminoso sarà confezionato utilizzando impianti fissi automatizzati, aventi idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte. Gli impianti potranno essere sia di tipo tradizionale (continuo) che di tipo discontinuo.
La produzione non dovrà superare la potenzialità produttiva dell'impianto, per garantire una idonea essiccatura degli inerti ed un uniforme riscaldamento della miscela.
L'impianto dovrà comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele rispondenti a quelle di progetto. Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del legante bituminoso alla temperatura richiesta ed indicata dal fornitore, nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo filler.
La zona destinata allo stoccaggio degli inerti dovrà essere priva di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia, e quindi un idoneo rivestimento degli aggregati da parte del legante bituminoso. I diversi cumuli delle diverse classi di inerti devono essere nettamente separati tra di loro e ben riconoscibili attraverso idonei cartelli.
Per il confezionamento del conglomerato bituminoso per strato di collegamento si farà uso di almeno 4 classi di inerte.
Il tempo di mescolazione dovrà essere quello sufficiente garantire una perfetta omogeneizzazione dei materiali ed un perfetto rivestimento degli inerti da parte del legante bituminoso.
La temperatura del conglomerato bituminoso all'uscita del mescolatore dovrà essere compresa tra 140° e 180°C qualora si utilizzassero i leganti bituminosi di classe (B) ed (C) e compresa tra 150° e 190°C qualora si utilizzassero i leganti di classe (A).
Per garantire le suddette temperature gli impianti dovranno essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

Posa in opera:
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 vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento. La Direzione Lavori si riserva la facoltà di poter far variare la tecnologia ritenuta non opportuna.

Le vibrofinitrici dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione localizzata degli elementi litoidi più grossi.
Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali, provvedendo all'applicazione di emulsione bituminosa acida (vedere Paragrafo 31.1.3) per assicurare la saldatura della striscia successiva.
Se il bordo risulta 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 10 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.
Nel caso la lavorazione interessi tratti in cui siano presenti giunti di dilatazione (giunti a tampone, acciaio gomma ecc) per viadotti o ponti, la lavorazione deve essere complanare (mediante fresatura e/o rimozione del conglomerato adiacente al giunto) per avere una superficie viabile con elevate caratteristiche di planarità.
La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la finitrice dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 135°C per conglomerati confezionati con i leganti bituminosi di classe (B) ed (C) e non inferiore ai 145°C per i conglomerati bituminosi confezionati con i leganti di classe (A).
La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta esecuzione di tutte le fasi operative.
Gli strati eventualmente compromessi dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Appaltatore.
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 perfettamente funzionanti di idonea tipologia e peso.
Si avrà cura di condurre la compattazione con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare effetti di fessurazioni e scorrimenti nello strato.
Per lo strato di collegamento la miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito dello strato di collegamento o della fondazione solamente dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di questa ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza.
Prima della stesa del conglomerato bituminoso su strati di collegamento, per garantirne il corretto ancoraggio allo strato di base, dovrà essere applicata una mano di attacco costituita da emulsione bituminosa cationica a rapida rottura in ragione della quantità indicata nel Paragrafo 31.1.3.

Trasporto
Il trasporto del conglomerato bituminoso dall'impianto di confezione al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, puliti, efficienti e veloci, sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali e formazione di crostoni. Per la pulizia del cassone del mezzo di trasporto è assolutamente vietato l'utilizzo di gasolio. Dovranno essere utilizzati appositi solventi eco-compatibili che non compromettano negativamente le caratteristiche del conglomerato bituminoso.

Verifiche finali
La Direzione Lavori potrà richiedere una verifica delle caratteristiche del conglomerato bituminoso applicato.
La superficie degli strati dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Mediante un'asta rettilinea lunga 4,00 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato dovrà aderirvi uniformemente e sarà tollerato uno scostamento di 5 mm.
Il grado di compattazione (C_{rg}) della pavimentazione deve essere calcolato dalla seguente equazione secondo la norma UNI EN 12697-9:

$C_{rg} = 100 * \rho_{bc}/\rho_{rg}$

dove:

C_{rg} = è il grado di compattazione, in percentuale (%);
ρ_{bc} = Densità di volume del conglomerato prelevato mediante carotatrice meccanica con foretto avente diametro non inferiore ai 100 mm, determinato secondo la norma UNI EN 12697-6 – Procedura A o B. Valore espresso in megagrammi per metro cubo (Mg/m^3);
ρ_{rg} = è la massa volumica di riferimento convenzionale, determinata attraverso l'analisi del conglomerato bituminoso sfuso mediante compattatore giratorio al livello di compattazione di N_{Design} o Marshall, valore espresso in megagrammi per metro cubo (kg/m^3).
il valore di C_{rg} dovrà essere non inferiore al 98%.

Lo spessore della pavimentazione bituminosa sarà analizzato mediante il prelievo di campioni con carotatrice meccanica avente un foretto con diametro non inferiore ai 150 mm. Lo spessore dello strato sarà determinato mediante la norma UNI EN 12697-29.

Obblighi da parte dell'appaltatore (documentazione Marcatura CE)
La Direzione Lavori si riserva di non accettare il conglomerato bituminoso presentato dall'Appaltatore qualora questo sia sprovvisto della necessaria documentazione attestante la marcatura CE.
Il produttore o il suo rappresentante autorizzato, designato dell'EEA, è responsabile dell'applicazione della marcatura CE. Il simbolo di marcatura CE da applicare deve essere conforme alla Direttiva 93/68/CE e deve figurare sull'etichetta allegata ai documenti commerciali di accompagnamento (DDT). Il simbolo di marcatura CE deve essere accompagnato dalle seguenti informazioni:
- numero di identificazione dell'organismo di certificazione;
- nome o marchio identificativo e indirizzo registrato del produttore;
- le ultime due cifre dell'anno in cui si applica la marcatura;
- numero del certificato CE di conformità e di controllo della produzione;
- riferimento alla presente norma europea;
- descrizione del prodotto: nome generico, materiale, dimensioni e impiego previsto;
- Informazioni delle caratteristiche essenziali rilevanti elencate in Tabella ZA.1. e ZA1b. della norma europea armonizzata UNI EN 13108-1, presentate come i valori dichiarati e, dove rilevanti, livello o classe da dichiarare per ogni caratteristica essenziale, come indicato nelle note alla tabella ZA.1. e ZA.1b.
- "Nessuna prestazione determinata" per requisiti ove ciò sia rilevante.

L'opzione "Nessuna prestazione determinata (NPD) non può essere usata laddove la caratteristica è soggetta ad un livello di soglia. Altrimenti, l'opzione NPD può essere usata quando e dove la caratteristica, per un uso specifico.
I requisiti **obbligatori** che devono apparire nell'Etichetta CE sono:
Temperatura della miscela alla produzione e alla consegna (valori di soglia);
Contenuto minimo di legante (categoria e valore reale);
Composizione granulometrica (valore %);
Qualora i requisiti facoltativi riportino l'opzione "Nessuna prestazione determinata" (NPD), la **Direzione Lavori potrà richiederà** uno Studio della miscela in laboratorio (mix-design) come previsto nelle Norme Tecniche, da presentarsi con congruo anticipo all'inizio dei lavori.

Esempio di una Etichetta CE che deve essere allegata al documento di trasporto o alla bolla di acquisto e fatta avere in copia alla Direzione Lavori. Come designazione della norma potrà essere utilizzata anche la sigla AC al posto di CB.

CE 01234	*Marcatura di conformità CE, composta da:* *Simbolo "CE"- fornito dalla direttiva 93/68/EEC* *Numero di identificazione dell'organismo di certifica*
Nome Ditta, Via....., CAP....Città..... 06 01234-CPD-00234	*Nome o marchio identificativo e indirizzo registrato produttore* *Ultime due cifre dell'anno in cui è stata affissa l marcatura* *Numero del certificato*
EN 13108-1 **Conglomerato Bituminoso per strade, aeroporti e altre aree trafficate** CB 16 BIN 50/70 Nome Impianto (es. euro asphalt plant S24)	*Numero della Normativa europea* *Descrizione del prodotto* *Designazione della norma* *Nome dell'impianto*
Requisiti generali + Requisiti fondamentali Contenuto di vuoti * – massimo — *V*max7 (7,0 %) – minimo — *V*min2 (2,0 %) Sensibilità all'acqua * — $ITSR_{90}$ (90 %) Resistenza all'abrasione da pneumatici scolpiti (chiodati) — Abr_{A40} (40ml) Reazione al fuoco — Euroclass Cfl** Temperatura della miscela — da 140 °C a 180 °C Granulometria (passante) setaccio 22,4 mm — 100 % setaccio 16 mm — 95 % setaccio 11,2 mm — 88 % setaccio 5,6 mm — 62 % setaccio 2 mm — 40 % setaccio 0,500 mm — 33 % setaccio 0,250 mm — 22 % setaccio 0,063 mm — 5,8 % Contenuto di legante — $B_{min\ 6,0}$ (6,0 %) Rigidezza Minima — $S_{min1\ 800}$ (1 800 MPa) Massima — $Smax_{9\ 800}$ (9 000 MPa) Resistenza alla deformazione permanente * Dispositivo largo: profondità di rottura proporzionale — P_5 (5,0 %) Dispositivo piccolo: ormaiamento — $WTS_{AIR10,0}$ (10 mm) Dispositivo piccolo: profondità di rottura proporzionale — $PR_{DAIR9,0}$ (9,0%) Condizioni di prova scelte in accordo con la EN 13108-20	*e* *Informazioni sulle caratteristiche di legge che dovre coincidere con la Tabella ZA. 1°; tuttavia, il produ può voler dichiarare il valore prestazionale reale aggiunta alla categoria o classe specificata in que documento*

31.3.3. Strato di Usura

Descrizione:
Lo strato di usura in conglomerato bituminoso è costituito da un misto granulare, esclusivamente di frantumazione, costituito da una miscela di aggregato grosso, fine e filler impastata a caldo con legante bituminoso semisolido di prescritta Classe, previo preriscaldamento degli aggregati, steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con rulli metallici e/o gommati, vibranti o statici perfettamente funzionanti e di idoneo peso.
Gli inerti e il filler impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione secondo ed in conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043 "Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti ed altre aree soggette a traffico". Il conglomerato bituminoso, una volta messo in opera, dovrà conferire una elevata resistenza meccanica allo strato di pavimentazione in modo da sopportare le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli senza subire deformazioni permanenti. Lo spessore dello strato di usura è indicato dalla Direzione Lavori in fase di progetto.

Caratteristiche dei materiali:
Aggregato grosso (frazione superiore ai 2,00 mm)
L'aggregato grosso deve essere conforme alla EN 13043 come appropriato per l'uso specifico.
L'aggregato grosso sarà costituito da inerti frantumati, ghiaie, ghiaie frantumate, pietrischetti e graniglie che potranno essere di provenienza o natura petrografica diversificata, purché rispettino le specifiche prestazionali di seguito richieste.

L'aggregato deve avere dimensioni tali da risultare completamente passante al setaccio da 14 mm;
Il contenuto di fini, passante al setaccio da 0,063 mm (f), secondo la norma UNI EN 933-1, deve risultare inferiore al 1% [f_1],
Il Coefficiente di appiattimento (FI), secondo la norma UNI EN 933-3, deve risultare inferiore al 15% [FI_{15}],
Il Coefficiente di forma (SI), secondo la norma UNI EN 933-4, deve risultare inferiore al 15% [SI_{15}],
La perdita in peso alla prova Los Angeles (LA) secondo la norma UNI EN 1097-2, eseguita sulle singole pezzature, non deve essere superiore al 22% [LA_{25}],
La percentuale di superfici frantumate negli aggregati grossi secondo la norma 933-5 deve essere del 100%.
La resistenza alla levigatezza (PSV) di ogni inerte deve essere maggiore o uguale a 43 (PSV_{44}), secondo la norma UNI EN 1097-8;
La resistenza al gelo/disgelo inferiore o uguale a 1%, secondo la norma UNI EN 1367-1.

Aggregato fino (frazione inferiore ai 2,00 mm)
L'aggregato fino deve essere conforme alla EN 13043 come appropriato per l'uso specifico.
L'aggregato fino sarà costituito da sabbie naturali o provenienti da processi di frantumazione che potranno essere di provenienza o natura petrografica diversificata, purché rispettino le specifiche prestazionali di seguito richieste.

L'equivalente in sabbia, secondo la norma UNI EN 933-8, deve essere maggiore del 75%,
L'inerte fino, ai sensi della Norma UNI CEN ISO/TS 17892-12 "Indagini e prove geotecniche - Prove di laboratorio sui terreni - Parte 12: Determinazione dei limiti di Atterberg", deve avere un Limite Liquido e un Limite Plastico non determinabili, e di conseguenza l'inerte deve risultare non plastico.

Additivo filler (frazione inferiore ai 0,063 mm)
L'additivo filler deve essere conforme alla EN 13043 come appropriato per l'uso specifico.
Gli additivi (filler) devono preferibilmente provenire dalla macinazione di rocce di natura calcara e dovranno soddisfare ai seguenti requisiti:
Alla prova UNI EN 933-1 dovranno risultare compresi nei seguenti limiti indicati nella Tabella 19.

Tabella 19

Setacci a maglia quadra Apertura maglie in mm	**Passante in peso**	
	Limite inferiore	**Limite superiore**
Setaccio 2,00	100	100
Setaccio 0,125	85	100
Setaccio 0,063	75	100

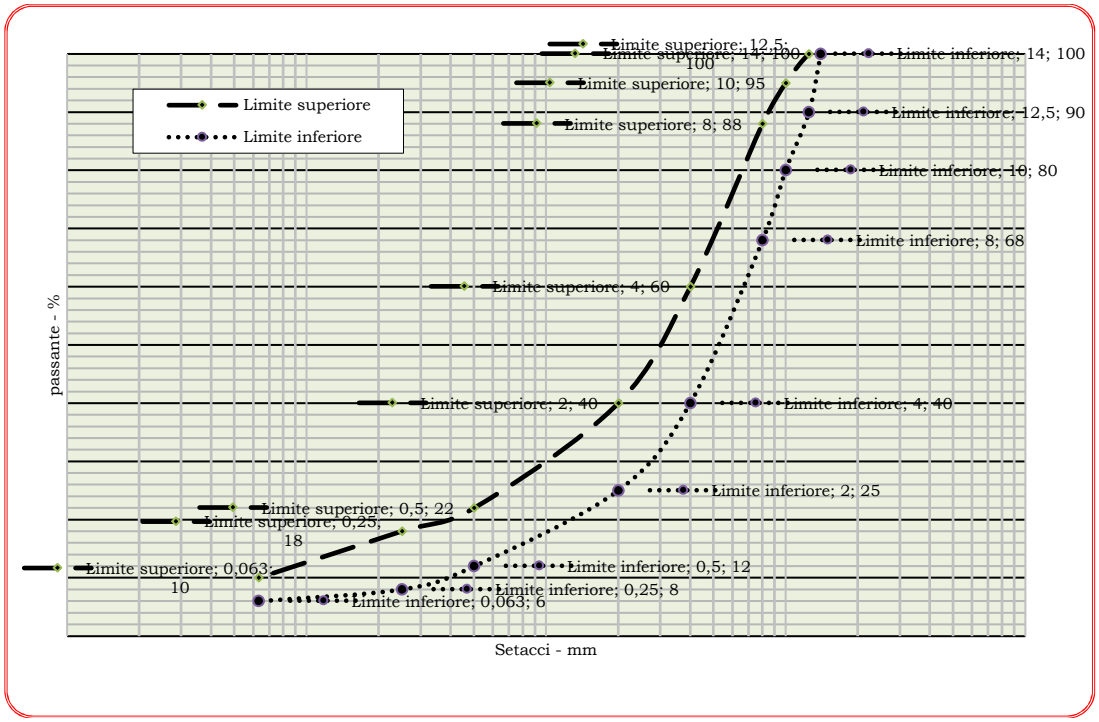
Conglomerato riciclato (fresato bituminoso)
Nel confezionamento del conglomerato bituminoso per strato di usura è possibile l'impiego di conglomerato riciclato fino ad un massimo del 10% in peso sulla miscela di inerti compreso il filler. Dosaggi maggiori potranno essere approvati dalla Direzione Lavori e comunque dovranno essere utilizzati degli additivi chimici funzionali nei dosaggi e metodologie descritte nel Paragrafo 31.2.1. Il conglomerato riciclato (fresato) deve rispondere a quanto prescritto dal Testo Unico Ambientale 152/06.

Composizione granulometrica miscela
La miscela di inerti utilizzata per il confezionamento del conglomerato bituminoso per strato di usura deve avere andamento continuo ed uniforme concorde a quello delle curve limiti inserite nella Tabella 20 e rappresentati graficamente nel Grafico 20. La determinazione della composizione granulometrica della miscela deve essere eseguita secondo la norma UNI EN 933-1.

Tabella 20

Setacci a maglia quadra (serie fondazione + set 2) Apertura maglie in mm	**Passante in peso**	
	Limite inferiore	**Limite superiore**
Setaccio 14	100	100
Setaccio 12,5	90	100
Setaccio 10	80	95
Setaccio 8	68	88
Setaccio 4	40	60
Setaccio 2	25	40
Setaccio 0,5	12	22
Setaccio 0,25	8	18
Setaccio 0,063	6	10

Grafico 20



Legante bituminoso (bitume)
Nel confezionamento dei conglomerati bituminosi per strato di usura devono essere impiegati leganti bituminosi semisolidi di base rispondenti alle specifiche tecniche riportate nella Tabella 4 del Paragrafo 31.1 leganti bituminosi. La classe del legante bituminoso sarà a discrezione della Direzione Lavori e sarà indicato nel Capitolato Speciale d'Appalto. Il contenuto minimo di legante bituminoso dovrà essere pari al **5,0% (valore**

corretto) sul peso della miscela ($B_{min}5,0$) e comunque dovrà risultare sufficiente a garantire il raggiungimento di tutti i valori prestazionali richiesti alla miscela finale.
Per determinare il contenuto di legante "corretto", il dosaggio di bitume dovrà essere moltiplicato per il fattore $\alpha = 2,650/\rho d$, dove ρd è inteso come la densità del particella di aggregato, in megagrammi per metro cubo (Mg/m^3), determinata secondo la EN 1097-6.

Additivi
Nel confezionamento dei conglomerati bituminosi per strato di usura devono essere impiegati gli additivi come descritto nel Paragrafo 31.2.2.

Studio della miscela in laboratorio (mix-design):
L'Appaltatore dovrà, preliminarmente all'inizio dei lavori, presentare alla Direzione Lavori uno studio della miscela che intende utilizzare. Nello studio dovranno essere riportate tutte le prove prestazionali delle materie prime e della miscela finale. In allegato allo studio l'Appaltatore deve presentare la documentazione attestante la marcatura CE del conglomerato bituminoso.

Prestazioni del conglomerato bituminoso per strato di usura:
Le miscele devono essere verificate mediante pressa giratoria per la determinazione dell'analisi volumetrica.
L'analisi volumetrica della miscela di progetto deve essere analizzata mediante l'apparecchiatura pressa giratoria secondo la norma AASHTO T312.
Condizioni di prova (Tabella 21):
Tabella 21

Caratteristica	u.m.	Valore
Angolo di rotazione	°gradi	1,25 ± 0,02*
Velocità di rotazione	Rpm	30
Pressione verticale	kPa	600
Dimensioni provino - diametro	mm	100
Quantità materiale	gr	1.450

*La Direzione Lavori potrà accettare anche angoli di rotazione come previsto dalla norma UNI EN 12697-31.

Per l'analisi volumetrica della miscela bituminosa i provini dovranno essere compattati mediante pressa giratoria al un numero di giri totali (N_{max}).
La verifica della % dei vuoti dovrà essere fatta a tre livelli di n° cicli: $N_{iniziale}$, N_{design} e N_{max}.
Il numero dei giri di riferimento con le relative percentuali dei vuoti sono (Tabella 22):

Tabella 22

Livello compattazione	Cicli	Vuoti(3)	Gmb(1)/Gmm(2)
	n.	%	%
N_{design}	10	9 ÷ 13	91 ÷ 87
N_{design}	100	3 ÷ 6	97 ÷ 94
N_{max}	180	2 ÷ 5	98 ÷ 95

Densità di volume del conglomerato costipato, secondo la norma UNI EN 12697-6 – Procedura A o B,
Densità massima teorica del conglomerato bituminoso, secondo la norma UNI EN 12697-5 – procedura A,
Vuoti d'aria nei conglomerati bituminosi, secondo la norma UNI EN 12697-8.

Il conglomerato bituminoso per strato di usura dovrà essere testato determinandone la resistenza a trazione indiretta a 25°C secondo la norma UNI EN 12697-23. I provini sottoposti a rottura dovranno essere costipati mediante pressa giratoria ad un livello di compattazione N_{design}.
Per ogni miscela dovranno essere testati non meno di n.3 provini.

I due parametri di riferimento sono Rt (resistenza a trazione indiretta) e CTI (coefficiente di trazione indiretta)(Tabella 23):

Tabella 23

Determinazione	u.m.	Valori
Rt (trazione indiretta)	N/mm^2	0,75 ÷ 1,6
CTI (coeff. di trazione indiretta)	N/mm^2	≥ 80

Il contenuto dei vuoti riempiti con bitume (VFB) e i vuoti nell'aggregato minerale (VMA) dei provini saranno determinati in accordo con la norma UNI EN 12697-8, utilizzando la densità di volume e i valori di densità massima teorica, determinati secondo i metodi appropriati dichiarati nell'Allegato B (Tabella 24).

Tabella 24

Determinazione	u.m.	Minimo	Massimo
VMA	%	VMAmin12	\
VFB	%	VFBmin65	VFBmax83

La stabilità Marshall (S, P) e la rigidezza Marshall (Q) dei campioni preparati mediante compattatore ad impatto, con una energia di compattazione pari a 75 colpi per ogni faccia, in usura a quanto richiesto nella norma UNI EN 13108-20 (tabella C1), dovrà rispettare quanto richiesto nella Tabella 25. I Vuoti d'aria nel conglomerati bituminosi saranno determinati secondo la norma UNI EN 12697-8.

Tabella 25

Determinazione	u.m.	Minimo	Massimo
Stabilità Marshall (S, P)	kN	S_{min}12,5	$\underline{P}_{max}$NR
Rigidezza	kN/mm	Q_{min}2,5	\
Vuoti	%	V_{min}3,0	V_{max}6

Confezionamento dei conglomerati bituminosi per strato di usura
Il conglomerato bituminoso sarà confezionato utilizzando impianti fissi automatizzati, aventi idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte. Gli impianti potranno essere sia di tipo tradizionale (continuo) che di tipo discontinuo.
La produzione non dovrà superare la potenzialità produttiva dell'impianto, per garantire una idonea essiccatura degli inerti ed un uniforme riscaldamento della miscela.
L'impianto dovrà comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele rispondenti a quelle di progetto. Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del legante bituminoso alla temperatura richiesta ed indicata dal fornitore, nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo filler.
La zona destinata allo stoccaggio degli inerti dovrò essere priva di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia, e quindi un idoneo rivestimento degli aggregati da parte del legante bituminoso. I diversi cumuli delle diverse classi di inerti devono essere nettamente separati tra di loro e ben riconoscibili per mezzo di idonei cartelli.
Per il confezionamento del conglomerato bituminoso per strato di usura si farà uso di almeno 4 classi di inerte.
Il tempo di mescolazione dovrà essere quello sufficiente garantire una perfetta omogeneizzazione dei materiali ed un perfetto rivestimento degli inerti da parte del legante bituminoso.
La temperatura del conglomerato bituminoso all'uscita del mescolatore dovrà essere compresa tra 140° e 180°C qualora si utilizzassero i leganti bituminosi di classe (B) ed (C) e compresa tra 150°C e 190°C qualora si utilizzassero i leganti di classe (A).
Per garantire le suddette temperature gli impianti dovranno essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

Posa in opera
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 vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento. La Direzione Lavori si riserva la facoltà di poter far variare la tecnologia ritenuta non opportuna.
Le vibrofinitrici dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione localizzata degli elementi litoidi più grossi.
Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali, provvedendo all'applicazione di emulsione bituminosa acida (vedere Paragrafo 31.1.3) per assicurare la saldatura della striscia successiva.

Se il bordo risulta 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 10 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.
Nel caso la lavorazione interessi tratti in cui siano presenti giunti di dilatazione (giunti a tampone, acciaio gomma ecc) per viadotti o ponti, la lavorazione deve essere complanare (mediante fresatura e/o rimozione del conglomerato adiacente al giunto) per avere una superficie viabile con elevate caratteristiche di planarità.
La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la finitrice dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 135°C per conglomerati confezionati con i leganti bituminosi di classe (B) ed (C) e non inferiore ai 145°C per i conglomerati bituminosi confezionati con i leganti di classe (A).
La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta esecuzione di tutte le fasi operative.
Gli strati eventualmente compromessi dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Appaltatore.
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 perfettamente funzionanti di idonea tipologia e peso.
Si avrà cura di condurre la compattazione con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare effetti di fessurazioni e scorrimenti nello strato.
Per lo strato di usura la miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito dello strato di usura o della fondazione solamente dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di questa ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza.
Prima della stesa del conglomerato bituminoso su strati di collegamento o strati di base, per garantirne il corretto ancoraggio, dovrà essere applicata una mano di attacco costituita da emulsione bituminosa cationica a rapida rottura in ragione della quantità indicata nel Paragrafo 31.1.3..

Trasporto
Il trasporto del conglomerato bituminoso dall'impianto di confezione al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, puliti, efficienti e veloci, sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali e formazione di crostoni. Per la pulizia del cassone del mezzo di trasporto è assolutamente vietato l'utilizzo di gasolio. Dovranno essere utilizzati appositi solventi eco-compatibili che non compromettano negativamente le caratteristiche del conglomerato bituminoso.

Verifiche finali
La Direzione Lavori potrà richiedere una verifica delle caratteristiche del conglomerato bituminoso applicato.
La superficie degli strati dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Mediante un'asta rettilinea lunga 4,00 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato dovrà aderirvi uniformemente e sarà tollerato uno scostamento di 4 mm.
Il grado di compattazione (C_{rg}) della pavimentazione deve essere calcolato dalla seguente equazione secondo la norma UNI EN 12697-9:

$C_{rg} = 100 * \rho_{bc}/\rho_{rg}$

dove:

C_{rg} = è il grado di compattazione, in percentuale (%);
ρ_{bc} = Densità di volume del conglomerato prelevato mediante carotatrice meccanica con foretto avente diametro non inferiore ai 100 mm, determinato secondo la norma UNI EN 12697-6 – Procedura A o B. Valore espresso in megagrammi per metro cubo (Mg/m^3);
ρ_{rg} = è la massa volumica di riferimento convenzionale, determinata attraverso l'analisi del conglomerato bituminoso sfuso mediante compattatore giratorio al livello di compattazione di N_{Design}. o Marshall, valore espresso in megagrammi per metro cubo (kg/m^3).
il valore di C_{rg} dovrà essere non inferiore al 98%.
Lo spessore della pavimentazione bituminosa sarà analizzato mediante il prelievo di campioni con carotatrice meccanica avente un foretto con diametro non inferiore ai 120 mm. Lo spessore dello strato sarà determinato mediante la norma UNI EN 12697-29.

Il valore dell'aderenza superficiale (PTV) dovrà misurare sempre maggiore di 55 sarà determinato secondo la norma UNI EN 13036-4, non prima che siano trascorsi 15 giorni dall'apertura del traffico veicolare e non oltre i 120 giorni.

Obblighi da parte dell'appaltatore (documentazione Marcatura CE)
La Direzione Lavori si riserva di non accettare il conglomerato bituminoso presentato dall'Appaltatore qualora questo sia sprovvisto della necessaria documentazione attestante la marcatura CE.
Il produttore o il suo rappresentante autorizzato, designato dell'EEA, è responsabile dell'applicazione della marcatura CE. Il simbolo di marcatura CE da applicare deve essere conforme alla Direttiva 93/68/CE e deve figurare sull'etichetta allegata ai documenti commerciali di accompagnamento (DDT). Il simbolo di marcatura CE deve essere accompagnato dalle seguenti informazioni:
- numero di identificazione dell'organismo di certificazione;
- nome o marchio identificativo e indirizzo registrato del produttore;
- le ultime due cifre dell'anno in cui si applica la marcatura;
- numero del certificato CE di conformità e di controllo della produzione;
- riferimento alla presente norma europea;
- descrizione del prodotto: nome generico, materiale, dimensioni e impiego previsto;
- Informazioni delle caratteristiche essenziali rilevanti elencate in Tabella ZA.1. e ZA1b. della norma europea armonizzata UNI EN 13108-1, presentate come i valori dichiarati e, dove rilevanti, livello o classe da dichiarare per ogni caratteristica essenziale, come indicato nelle note alla tabella ZA.1. e ZA.1b.
- "Nessuna prestazione determinata" per requisiti ove ciò sia rilevante.

L'opzione "Nessuna prestazione determinata (NPD) non può essere usata laddove la caratteristica è soggetta ad un livello di soglia. Altrimenti, l'opzione NPD può essere usata quando e dove la caratteristica, per un uso specifico.
I requisiti **obbligatori** che devono apparire nell'Etichetta CE sono:
Temperatura della miscela alla produzione e alla consegna (valori di soglia);
Contenuto minimo di legante (categoria e valore reale);
Composizione granulometrica (valore %);
Qualora i requisiti facoltativi riportino l'opzione "Nessuna prestazione determinata" (NPD), la **Direzione Lavori potrà richiederà** uno Studio della miscela in laboratorio (mix-design) come previsto nelle Norme Tecniche, da presentarsi con congruo anticipo all'inizio dei lavori.

Esempio di una Etichetta CE che deve essere allegata al documento di trasporto o alla bolla di acquisto e fatta avere in copia alla Direzione Lavori. Come designazione della norma potrà essere utilizzata anche la sigla AC al posto di CB.

CE 01234	*Marcatura di conformità CE, composta da:* *Simbolo "CE"- fornito dalla direttiva 93/68/EEC* *Numero di identificazione dell'organismo di certifica*
Nome Ditta, Via....., CAP....Città..... 06 01234-CPD-00234	*Nome o marchio identificativo e indirizzo registrato produttore* *Ultime due cifre dell'anno in cui è stata affissa l marcatura* *Numero del certificato*
EN 13108-1 **Conglomerato Bituminoso per strade, aeroporti e altre aree trafficate** CB 12,5 SUP 50/70 Nome Impianto (es. euro asphalt plant S24)	*Numero della Normativa europea* *Descrizione del prodotto* *Designazione della norma* *Nome dell'impianto*
Requisiti generali + Requisiti fondamentali	*Codice di identificazione della miscela*
Contenuto di vuoti * – massimo – minimo	*Vmax7* (7,0 %) *Vmin2* (2,0 %)
Sensibilità all'acqua*	$ITSR_{90}$ (90 %)
Resistenza all'abrasione da pneumatici scolpiti (chiodati)	Abr_{A40} (40ml)
Reazione al fuoco Temperatura della miscela	Euroclass Cfl** da 140 °C a 180 °C
Granulometria	
(passante) setaccio 22,4 mm	100 %
setaccio 16 mm	95 %
setaccio 11,2 mm	88 %
setaccio 5,6 mm	62 %
setaccio 2 mm	40 %
setaccio 0,500 mm	33 %
setaccio 0,250 mm	22 %
setaccio 0,063 mm	5,8 %
Contenuto di legante	$B_{min\ 6,0}$ (6,0 %)
Rigidezza Minima Massima	$S_{min1\ 800}$ (1 800 MPa) $Smax_{9\ 800}$ (9 000 MPa)
Resistenza alla deformazione permanente* Dispositivo largo: profondità di rottura proporzionale	P_5 (5,0 %)
Dispositivo piccolo: ormaiamento	$WTS_{AIR10,0}$ (10 mm)
Dispositivo piccolo: profondità di rottura proporzionale	$PR_{DAIR9,0}$ (9,0%)
Condizioni di prova scelte in accordo con la EN 13108-20	
	e
	Informazioni sulle caratteristiche di legge che dovre coincidere con la Tabella ZA. 1°; tuttavia, il produ può voler dichiarare il valore prestazionale reale aggiunta alla categoria o classe specificata in que documento

31.3.4. Strato di Usura fine (per marciapiedi e/stese manuali)

Descrizione:
Lo strato di usura fine in conglomerato bituminoso è costituito da un misto granulare, sia di frantumazione che naturale, costituito da una miscela di aggregato grosso, fine e filler impastata a caldo con legante bituminoso semisolido di prescritta Classe, previo preriscaldamento degli aggregati, steso in opera mediante macchina vibrofinitrice o manualmente e costipato con rulli metallici, gommati, o piastre vibranti perfettamente funzionanti.
Gli inerti e il filler impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione secondo ed in conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043 "Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti ed altre aree soggette a traffico". Il conglomerato bituminoso per strato di usura fine è adottabile in dimensionamenti di strade e parcheggi destinati a traffico prevalente di veicoli leggeri o per la realizzazione dei marciapiedi. Lo spessore dello strato di usura fine è indicato dalla Direzione Lavori in fase di progetto e dovrà essere compreso nell'intervallo tra i 2,0 e i 3,0 cm compressi.

Caratteristiche dei materiali:
Aggregato grosso (frazione superiore ai 2,00 mm)
L'aggregato grosso deve essere conforme alla EN 13043 come appropriato per l'uso specifico.
L'aggregato grosso sarà costituito da inerti frantumati, ghiaie, ghiaie frantumate, pietrischetti e graniglie che potranno essere di provenienza o natura petrografica diversificata, purché rispettino le specifiche prestazionali di seguito richieste.

L'aggregato deve avere dimensioni tali da risultare completamente passante al setaccio da 8 mm;
Il contenuto di fini, passante al setaccio da 0,063 mm (f), secondo la norma UNI EN 933-1, deve risultare inferiore al 3% [f_3],
Il Coefficiente di appiattimento (FI), secondo la norma UNI EN 933-3, deve risultare inferiore al 15% [FI_{15}],
Il Coefficiente di forma (SI), secondo la norma UNI EN 933-4, deve risultare inferiore al 15% [SI_{15}],
La perdita in peso alla prova Los Angeles (LA) secondo la norma UNI EN 1097-2, eseguita sulle singole pezzature, non deve essere superiore al 22% [LA_{25}],
La percentuale di superfici frantumate negli aggregati grossi secondo la norma 933-5 deve essere del 100%.

Aggregato fino (frazione inferiore ai 2,00 mm)
L'aggregato fino deve essere conforme alla EN 13043 come appropriato per l'uso specifico.
L'aggregato fino sarà costituito da sabbie naturali o provenienti da processi di frantumazione che potranno essere di provenienza o natura petrografica diversificata, purché rispettino le specifiche prestazionali di seguito richieste.

L'equivalente in sabbia, secondo la norma UNI EN 933-8**,** deve essere maggiore del 75%,
L'inerte fino, ai sensi della Norma UNI CEN ISO/TS 17892-12 "Indagini e prove geotecniche - Prove di laboratorio sui terreni - Parte 12: Determinazione dei limiti di Atterberg", deve avere un Limite Liquido e un Limite Plastico non determinabili, e di conseguenza l'inerte deve risultare non plastico.

Additivo filler (frazione inferiore ai 0,063 mm)
L'additivo filler deve essere conforme alla EN 13043 come appropriato per l'uso specifico.
Gli additivi (filler) devono preferibilmente provenire dalla macinazione di rocce di natura calcara e dovranno soddisfare ai seguenti requisiti:
Alla prova UNI EN 933-1 dovranno risultare compresi nei seguenti limiti indicati nella Tabella 26.
Tabella 26

Setacci a maglia quadra Apertura maglie in mm	**Passante in peso**	
	Limite inferiore	**Limite superiore**
Setaccio 2,00	100	100
Setaccio 0,125	85	100
Setaccio 0,063	75	100

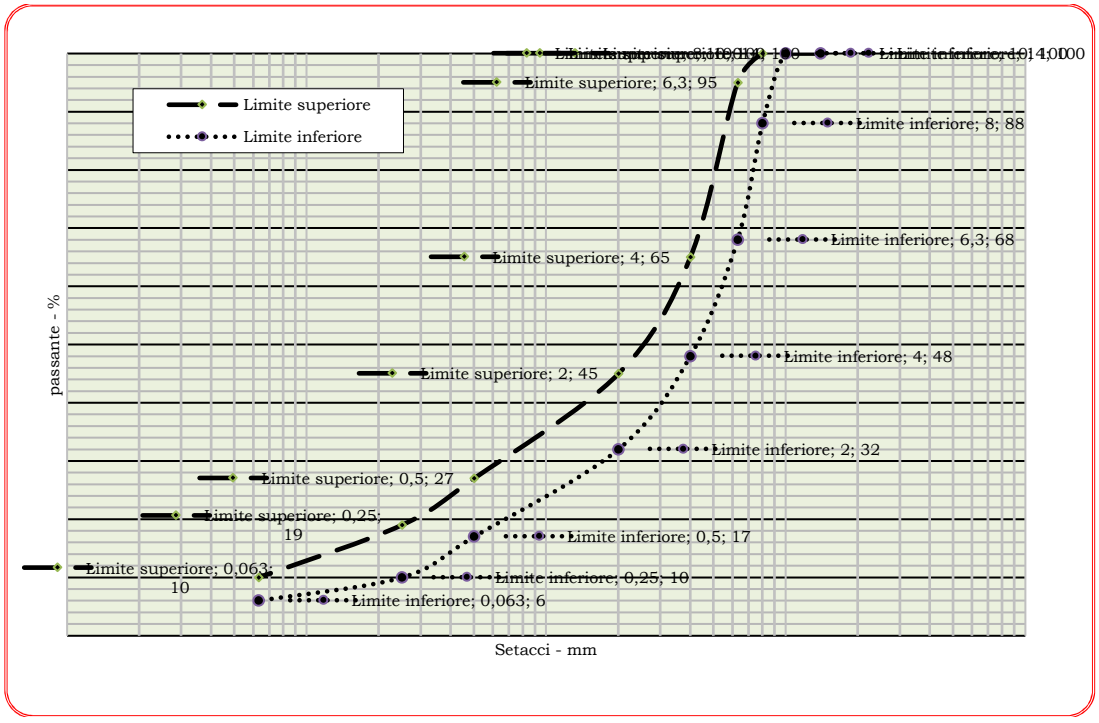
Conglomerato riciclato (fresato bituminoso)
Nel confezionamento del conglomerato bituminoso per strato di usura fine non deve essere utilizzato conglomerato riciclato.

Composizione granulometrica miscela:
La miscela di inerti utilizzata per il confezionamento del conglomerato bituminoso per strato di usura deve avere andamento continuo ed uniforme concorde a quello delle curve limiti inserite nella Tabella 27 e rappresentati graficamente nel Grafico 27. La determinazione della composizione granulometrica della miscela deve essere eseguita secondo la norma UNI EN 933-1.

Tabella 27

Setacci a maglia quadra (serie fondazione + set 2) Apertura maglie in mm	**Passante in peso**	
	Limite inferiore	**Limite superiore**
Setaccio 10	100	100
Setaccio 8	88	100
Setaccio 6,3	68	95
Setaccio 4	48	65
Setaccio 2	32	45
Setaccio 0,5	17	27
Setaccio 0,25	10	19
Setaccio 0,063	6	10

Grafico 27



Legante bituminoso (bitume):
Nel confezionamento dei conglomerati bituminosi per strato di usura devono essere impiegati leganti bituminosi semisolidi di base rispondenti alle specifiche tecniche riportate nella Tabella 4 del Paragrafo 31.1 leganti bituminosi. La classe del legante bituminoso sarà a discrezione della Direzione Lavori e sarà indicato nel Capitolato Speciale d'Appalto. Il contenuto minimo di legante bituminoso dovrà essere pari al **5,6% (valore corretto)** sul peso della miscela ($B_{min}5,6$) e comunque dovrà risultare sufficiente a garantire il raggiungimento di tutti i valori prestazionali richiesti alla miscela finale.
Per determinare il contenuto di legante "corretto", il dosaggio di bitume dovrà essere moltiplicato per il fattore $\alpha = 2,650/\rho d$, dove ρd è inteso come la densità del particella di aggregato, in megagrammi per metro cubo (Mg/m^3), determinata secondo la EN 1097-6.

Additivi

Nel confezionamento dei conglomerati bituminosi per strato di usura devono essere impiegati gli additivi come descritto nel Paragrafo 31.2.2.

Studio della miscela in laboratorio (mix-design):
L'Appaltatore dovrà, preliminarmente all'inizio dei lavori, presentare alla Direzione Lavori uno studio della miscela che intende utilizzare. Nello studio dovranno essere riportate tutte le prove prestazionali delle materie prime e della miscela finale. In allegato allo studio l'Appaltatore deve presentare la documentazione attestante la marcatura CE del conglomerato bituminoso.

Prestazioni del conglomerato bituminoso per strato di usura
Le miscele devono essere verificate mediante pressa giratoria per la determinazione dell'analisi volumetrica.
L'analisi volumetrica della miscela di progetto deve essere analizzata mediante l'apparecchiatura pressa giratoria secondo la norma AASHTO T312.

Condizioni di prova (Tabella 28):
Tabella 28

Caratteristica	u.m.	Valore
Angolo di rotazione	°gradi	1,25 ± 0,02*
Velocità di rotazione	Rpm	30
Pressione verticale	kPa	600
Dimensioni provino - diametro	mm	100
Quantità materiale	gr	1.450

*La Direzione Lavori potrà accettare anche angoli di rotazione come previsto dalla norma UNI EN 12697-31.

Per l'analisi volumetrica della miscela bituminosa i provini dovranno essere compattati mediante pressa giratoria al un numero di giri totali (N_{max}).
La verifica della % dei vuoti dovrà essere fatta a tre livelli di n° cicli: $N_{iniziale}$, N_{design} e N_{max}.

Il numero dei giri di riferimento con le relative percentuali dei vuoti sono (Tabella 29):

Tabella 29

Livello compattazione	Cicli	Vuoti(3)	Gmb(1)/Gmm(2)
	n.	%	%
N_{design}	10	9 ÷ 13	91 ÷ 87
N_{design}	100	3 ÷ 6	97 ÷ 94
N_{max}	180	2 ÷ 5	98 ÷ 95

Densità di volume del conglomerato costipato, secondo la norma UNI EN 12697-6 – Procedura A o B,
Densità massima teorica del conglomerato bituminoso, secondo la norma UNI EN 12697-5 – procedura A,
Vuoti d'aria nei conglomerati bituminosi, secondo la norma UNI EN 12697-8.

Il conglomerato bituminoso per strato di usura dovrà essere testato determinandone la resistenza a trazione indiretta a 25°C secondo la norma UNI EN 12697-23. I provini sottoposti a rottura dovranno essere costipati mediante pressa giratoria ad un livello di compattazione N_{design}.
Per ogni miscela dovranno essere testati non meno di n.3 provini.

I due parametri di riferimento sono Rt (resistenza a trazione indiretta) e CTI (coefficiente di trazione indiretta)(Tabella 30):

Tabella 30

Determinazione	u.m.	Valori
Rt (trazione indiretta)	N/mm^2	0,65 ÷ 1,5

CTI (coeff. di trazione indiretta)	N/mm^2	≥ 70

Il contenuto dei vuoti riempiti con bitume (VFB) e i vuoti nell'aggregato minerale (VMA) dei provini saranno determinati in accordo con la norma UNI EN 12697-8, utilizzando la densità di volume e i valori di densità massima teorica, determinati secondo i metodi appropriati dichiarati nell'Allegato B (Tabella 31).

Tabella 31

Determinazione	u.m.	Minimo	Massimo
VMA	%	VMAmin12	\
VFB	%	VFBmin70	VFBmax89

La stabilità Marshall (S, P) e la rigidezza Marshall (Q) dei campioni preparati mediante compattatore ad impatto, con una energia di compattazione pari a 75 colpi per ogni faccia, in usura a quanto richiesto nella norma UNI EN 13108-20 (tabella C1), dovrà rispettare quanto richiesto nella Tabella 32. I Vuoti d'aria nel conglomerati bituminosi saranno determinati secondo la norma UNI EN 12697-8.

Tabella 32

Determinazione	u.m.	Minimo	Massimo
Stabilità Marshall (S, P)	kN	$S_{min}10$	$\underline{P}_{max}NR$
Rigidezza	kN/mm	$Q_{min}2,5$	\
Vuoti	%	$V_{min}3,0$	$V_{max}6$

Confezionamento dei conglomerati bituminosi per strato di usura

Il conglomerato bituminoso sarà confezionato utilizzando impianti fissi automatizzati, aventi idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte. Gli impianti potranno essere sia di tipo tradizionale (continuo) che di tipo discontinuo.

La produzione non dovrà superare la potenzialità produttiva dell'impianto, per garantire una idonea essiccatura degli inerti ed un uniforme riscaldamento della miscela.

L'impianto dovrà comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele rispondenti a quelle di progetto. Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del legante bituminoso alla temperatura richiesta ed indicata dal fornitore, nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo filler.

La zona destinata allo stoccaggio degli inerti dovrà essere priva di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia, e quindi un idoneo rivestimento degli aggregati da parte del legante bituminoso. I diversi cumuli delle diverse classi di inerti devono essere nettamente separati tra di loro e ben riconoscibili per mezzo di idonei cartelli.

Per il confezionamento del conglomerato bituminoso per strato di usura si farà uso di almeno 3 classi di inerte.

Il tempo di mescolazione dovrà essere quello sufficiente garantire una perfetta omogeneizzazione dei materiali ed un perfetto rivestimento degli inerti da parte del legante bituminoso.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'uscita del mescolatore dovrà essere compresa tra 140° e 180°C qualora si utilizzassero i leganti bituminosi di classe (B) ed (C) e compresa tra 150°C e 190°C qualora si utilizzassero i leganti di classe (A).

Per garantire le suddette temperature gli impianti dovranno essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

Posa in opera

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 vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento. La Direzione Lavori si riserva la facoltà di poter far variare la tecnologia ritenuta non opportuna.

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

Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali, provvedendo all'applicazione di emulsione bituminosa acida (vedere Paragrafo 31.1.3) per assicurare la saldatura della striscia successiva.

Se il bordo risulta 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 10 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.
Nel caso la lavorazione interessi tratti in cui siano presenti giunti di dilatazione (giunti a tampone, acciaio gomma ecc) per viadotti o ponti, la lavorazione deve essere complanare (mediante fresatura e/o rimozione del conglomerato adiacente al giunto) per avere una superficie viabile con elevate caratteristiche di planarità.
La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la finitrice dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 135°C per conglomerati confezionati con i leganti bituminosi di classe (B) ed (C) e non inferiore ai 145°C per i conglomerati bituminosi confezionati con i leganti di classe (A).
La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta esecuzione di tutte le fasi operative.
Gli strati eventualmente compromessi dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Appaltatore.
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 perfettamente funzionanti di idonea tipologia e peso.
Si avrà cura di condurre la compattazione con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare effetti di fessurazioni e scorrimenti nello strato.
Per lo strato di usura la miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito dello strato di usura o della fondazione solamente dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di questa ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza.
Prima della stesa del conglomerato bituminoso su strati di collegamento o strati di base, per garantirne il corretto ancoraggio, dovrà essere applicata una mano di attacco costituita da emulsione bituminosa cationica a rapida rottura in ragione della quantità indicata nel Paragrafo 31.1.3..

Trasporto
Il trasporto del conglomerato bituminoso dall'impianto di confezione al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, puliti, efficienti e veloci, sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali e formazione di crostoni. Per la pulizia del cassone del mezzo di trasporto è assolutamente vietato l'utilizzo di gasolio. Dovranno essere utilizzati appositi solventi eco-compatibili che non compromettano negativamente le caratteristiche del conglomerato bituminoso.

Verifiche finali
La Direzione Lavori potrà richiedere una verifica delle caratteristiche del conglomerato bituminoso applicato.
La superficie degli strati dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Mediante un'asta rettilinea lunga 4,00 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato dovrà aderirvi uniformemente e sarà tollerato uno scostamento di 4 mm.
Il grado di compattazione (C_{rg}) della pavimentazione deve essere calcolato dalla seguente equazione secondo la norma UNI EN 12697-9:

$C_{rg} = 100 * \rho_{bc}/\rho_{rg}$

dove:

C_{rg} = è il grado di compattazione, in percentuale (%);
ρ_{bc} = Densità di volume del conglomerato prelevato mediante carotatrice meccanica con foretto avente diametro non inferiore ai 100 mm, determinato secondo la norma UNI EN 12697-6 – Procedura A o B. Valore espresso in megagrammi per metro cubo (Mg/m^3);
ρ_{rg} = è la massa volumica di riferimento convenzionale, determinata attraverso l'analisi del conglomerato bituminoso sfuso mediante compattatore giratorio al livello di compattazione di N_{Design}. o Marshall, valore espresso in megagrammi per metro cubo (kg/m^3).
il valore di C_{rg} dovrà essere non inferiore al 97%.
Lo spessore della pavimentazione bituminosa sarà analizzato mediante il prelievo di campioni con carotatrice meccanica avente un foretto con diametro non inferiore ai 120 mm. Lo spessore dello strato sarà determinato mediante la norma UNI EN 12697-29.

Obblighi da parte dell'appaltatore (documentazione Marcatura CE)

La Direzione Lavori si riserva di non accettare il conglomerato bituminoso presentato dall'Appaltatore qualora questo sia sprovvisto della necessaria documentazione attestante la marcatura CE.
Il produttore o il suo rappresentante autorizzato, designato dell'EEA, è responsabile dell'applicazione della marcatura CE. Il simbolo di marcatura CE da applicare deve essere conforme alla Direttiva 93/68/CE e deve figurare sull'etichetta allegata ai documenti commerciali di accompagnamento (DDT). Il simbolo di marcatura CE deve essere accompagnato dalle seguenti informazioni:
- numero di identificazione dell'organismo di certificazione;
- nome o marchio identificativo e indirizzo registrato del produttore;
- le ultime due cifre dell'anno in cui si applica la marcatura;
- numero del certificato CE di conformità e di controllo della produzione;
- riferimento alla presente norma europea;
- descrizione del prodotto: nome generico, materiale, dimensioni e impiego previsto;
- Informazioni delle caratteristiche essenziali rilevanti elencate in Tabella ZA.1. e ZA1b. della norma europea armonizzata UNI EN 13108-1, presentate come i valori dichiarati e, dove rilevanti, livello o classe da dichiarare per ogni caratteristica essenziale, come indicato nelle note alla tabella ZA.1. e ZA.1b.
- "Nessuna prestazione determinata" per requisiti ove ciò sia rilevante.

L'opzione "Nessuna prestazione determinata (NPD) non può essere usata laddove la caratteristica è soggetta ad un livello di soglia. Altrimenti, l'opzione NPD può essere usata quando e dove la caratteristica, per un uso specifico.
I requisiti **obbligatori** che devono apparire nell'Etichetta CE sono:
Temperatura della miscela alla produzione e alla consegna (valori di soglia);
Contenuto minimo di legante (categoria e valore reale);
Composizione granulometrica (valore %);
Qualora i requisiti facoltativi riportino l'opzione "Nessuna prestazione determinata" (NPD), la **Direzione Lavori potrà richiederà** uno Studio della miscela in laboratorio (mix-design) come previsto nelle Norme Tecniche, da presentarsi con congruo anticipo all'inizio dei lavori.

Esempio di una Etichetta CE che deve essere allegata al documento di trasporto o alla bolla di acquisto e fatta avere in copia alla Direzione Lavori. Come designazione della norma potrà essere utilizzata anche la sigla AC al posto di CB.

CE 01234	*Marcatura di conformità CE, composta da:* *Simbolo "CE"- fornito dalla direttiva 93/68/EEC* *Numero di identificazione dell'organismo di certifica*
Nome Ditta, Via....., CAP....Città..... 06 01234-CPD-00234	*Nome o marchio identificativo e indirizzo registrato produttore* *Ultime due cifre dell'anno in cui è stata affissa l marcatura* *Numero del certificato*
EN 13108-1 **Conglomerato Bituminoso per strade, aeroporti e altre aree trafficate** CB 8 SUP 50/70 Nome Impianto (es. euro asphalt plant S24)	*Numero della Normativa europea* *Descrizione del prodotto* *Designazione della norma* *Nome dell'impianto* *Codice di identificazione della miscela*
Requisiti generali + Requisiti fondamentali Contenuto di vuoti * – massimo – minimo Sensibilità all'acqua * Resistenza all'abrasione da pneumatici scolpiti (chiodati) Reazione al fuoco Temperatura della miscela Granulometria (passante) setaccio 22,4 mm setaccio 16 mm setaccio 11,2 mm setaccio 5,6 mm setaccio 2 mm setaccio 0,500 mm setaccio 0,250 mm setaccio 0,063 mm Contenuto di legante Rigidezza Minima Massima Resistenza alla deformazione permanente * Dispositivo largo: profondità di rottura proporzionale Dispositivo piccolo: ormaiamento Dispositivo piccolo: profondità di rottura proporzionale Condizioni di prova scelte in accordo con la EN 13108-20	Vmax7 (7,0 %) Vmin2 (2,0 %) $ITSR_{90}$ (90 %) Abr_{A40} (40ml) Euroclass Cfl** da 140 °C a 180 °C 100 % 95 % 88 % 62 % 40 % 33 % 22 % 5,8 % $B_{min\ 6,0}$ (6,0 %) $S_{min1\ 800}$ (1 800 MPa) $Smax_{9\ 800}$ (9 000 MPa) P_5 (5,0 %) $WTS_{AIR10,0}$ (10 mm) $PR_{DAIR9,0}$ (9,0%)
	e *Informazioni sulle caratteristiche di legge che dovre coincidere con la Tabella ZA. 1°; tuttavia, il produ può voler dichiarare il valore prestazionale reale aggiunta alla categoria o classe specificata in que documento*

31.3.4.b Strato di Usura fine "rosso"

Descrizione:
Lo strato di usura fine in conglomerato bituminoso "rosso" è costituito da un misto granulare, sia di frantumazione che naturale, costituito da una miscela di aggregato grosso, fine e filler impastata a caldo con legante bituminoso semisolido di prescritta Classe, previo preriscaldamento degli aggregati, steso in opera mediante macchina vibrofinitrice o manualmente e costipato con rulli metallici, gommati, o piastre vibranti perfettamente funzionanti.
Gli inerti e il filler impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione secondo ed in conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043 "Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti ed altre aree soggette a traffico". Il conglomerato bituminoso per strato di usura colorato fine è adottabile in dimensionamenti di strade, piste ciclabili, aree pedonali e parcheggi destinati a traffico prevalente di veicoli leggeri o per la realizzazione dei marciapiedi. Lo spessore dello strato di usura fine è indicato dalla Direzione Lavori in fase di progetto e dovrà essere compreso nell'intervallo tra i 2,0 e i 3,0 cm compressi.

Caratteristiche dei materiali:
Aggregato grosso (frazione superiore ai 2,00 mm)
L'aggregato grosso deve essere conforme alla EN 13043 come appropriato per l'uso specifico.
L'aggregato grosso sarà costituito da inerti frantumati, ghiaie, ghiaie frantumate, pietrischetti e graniglie che potranno essere di provenienza o natura petrografica diversificata, purché rispettino le specifiche prestazionali di seguito richieste.

L'aggregato deve avere dimensioni tali da risultare completamente passante al setaccio da 8 mm;
Il contenuto di fini, passante al setaccio da 0,063 mm (f), secondo la norma UNI EN 933-1, deve risultare inferiore al 3% [f_3],
Il Coefficiente di appiattimento (FI), secondo la norma UNI EN 933-3, deve risultare inferiore al 15% [FI_{15}],
Il Coefficiente di forma (SI), secondo la norma UNI EN 933-4, deve risultare inferiore al 15% [SI_{15}],
La perdita in peso alla prova Los Angeles (LA) secondo la norma UNI EN 1097-2, eseguita sulle singole pezzature, non deve essere superiore al 22% [LA_{25}],
La percentuale di superfici frantumate negli aggregati grossi secondo la norma 933-5 deve essere del 100%.

Aggregato fino (frazione inferiore ai 2,00 mm)
L'aggregato fino deve essere conforme alla EN 13043 come appropriato per l'uso specifico.
L'aggregato fino sarà costituito da sabbie naturali o provenienti da processi di frantumazione che potranno essere di provenienza o natura petrografica diversificata, purché rispettino le specifiche prestazionali di seguito richieste.

L'equivalente in sabbia, secondo la norma UNI EN 933-8**,** deve essere maggiore del 75%,
L'inerte fino, ai sensi della Norma UNI CEN ISO/TS 17892-12 "Indagini e prove geotecniche - Prove di laboratorio sui terreni - Parte 12: Determinazione dei limiti di Atterberg", deve avere un Limite Liquido e un Limite Plastico non determinabili, e di conseguenza l'inerte deve risultare non plastico.

Additivo filler (frazione inferiore ai 0,063 mm)
L'additivo filler deve essere conforme alla EN 13043 come appropriato per l'uso specifico.
Gli additivi (filler) devono preferibilmente provenire dalla macinazione di rocce di natura calcara e dovranno soddisfare ai seguenti requisiti:
Alla prova UNI EN 933-1 dovranno risultare compresi nei seguenti limiti indicati nella Tabella 50.
Tabella 50

Setacci a maglia quadra Apertura maglie in mm	**Passante in peso**	
	Limite inferiore	**Limite superiore**
Setaccio 2,00	100	100
Setaccio 0,125	85	100
Setaccio 0,063	75	100

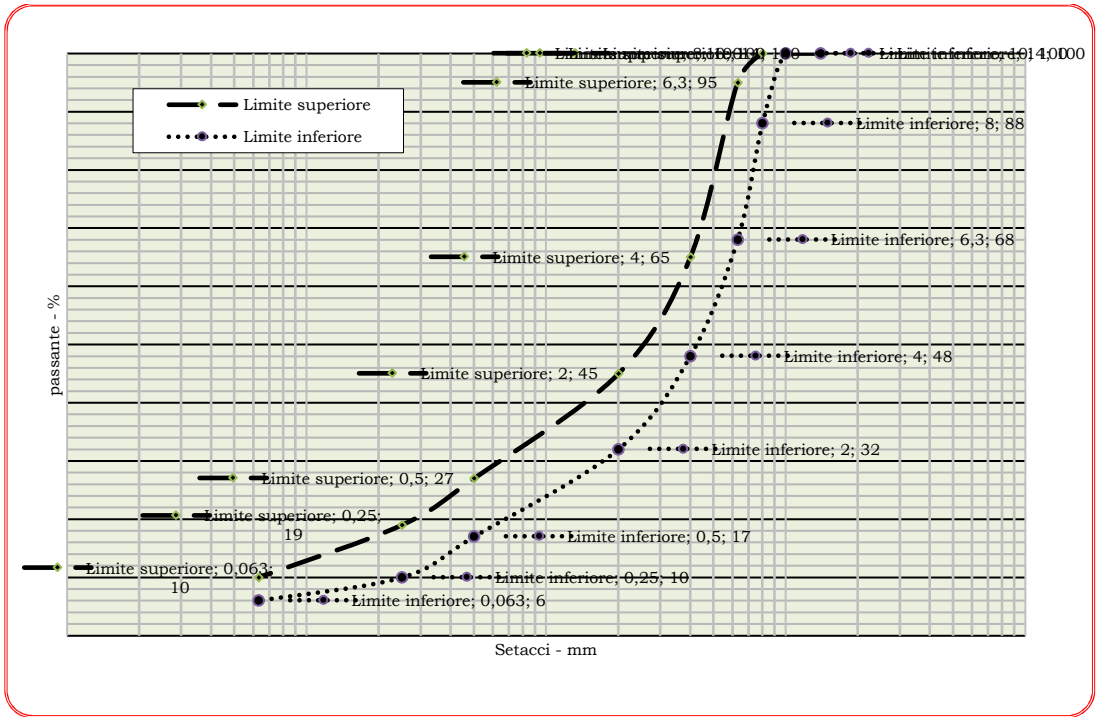
Conglomerato riciclato (fresato bituminoso)
Nel confezionamento del conglomerato bituminoso per strato di usura fine non deve essere utilizzato conglomerato riciclato.

Composizione granulometrica miscela:
La miscela di inerti utilizzata per il confezionamento del conglomerato bituminoso per strato di usura deve avere andamento continuo ed uniforme concorde a quello delle curve limiti inserite nella Tabella 51 e rappresentati graficamente nel Grafico 51. La determinazione della composizione granulometrica della miscela deve essere eseguita secondo la norma UNI EN 933-1.

Tabella 51

Setacci a maglia quadra (serie fondazione + set 2) Apertura maglie in mm	**Passante in peso**	
	Limite inferiore	**Limite superiore**
Setaccio 10	100	100
Setaccio 8	88	100
Setaccio 6,3	68	95
Setaccio 4	48	65
Setaccio 2	32	45
Setaccio 0,5	17	27
Setaccio 0,25	10	19
Setaccio 0,063	6	10

Grafico 51



Legante bituminoso (bitume):
Nel confezionamento dei conglomerati bituminosi per strato di usura devono essere impiegati leganti bituminosi semisolidi di base rispondenti alle specifiche tecniche riportate nella Tabella 4 del Paragrafo 31.1 leganti bituminosi. La classe del legante bituminoso sarà a discrezione della Direzione Lavori e sarà indicato nel Capitolato Speciale d'Appalto. Il contenuto minimo di legante bituminoso dovrà essere pari al **5,6% (valore corretto)** sul peso della miscela ($B_{min}5,6$) e comunque dovrà risultare sufficiente a garantire il raggiungimento di tutti i valori prestazionali richiesti alla miscela finale.
Per determinare il contenuto di legante "corretto", il dosaggio di bitume dovrà essere moltiplicato per il fattore $\alpha = 2,650/\rho d$, dove ρd è inteso come la densità del particella di aggregato, in megagrammi per metro cubo (Mg/m^3), determinata secondo la EN 1097-6.

Additivi

Nel confezionamento dei conglomerati bituminosi per strato di usura devono essere impiegati gli additivi come descritto nel Paragrafo 31.2.2.

Studio della miscela in laboratorio (mix-design):
L'Appaltatore dovrà, preliminarmente all'inizio dei lavori, presentare alla Direzione Lavori uno studio della miscela che intende utilizzare. Nello studio dovranno essere riportate tutte le prove prestazionali delle materie prime e della miscela finale. In allegato allo studio l'Appaltatore deve presentare la documentazione attestante la marcatura CE del conglomerato bituminoso.

Il pigmento colorante dovrà rispondere alle seguente caratteristiche:
Stato fisico: solido, polvere,
Contenuto di Fe2O3: maggiore del 92% (ISO 1248),
Colore: rosso,
Densità assoluta: > 4,0 gr/cm3 - < 5,0 cm/cm3 (ISO 787/10),
Stabilità al calore: > 500°C,
residuo al setaccio da 0,045 mm: inferiore allo 0,5% (ISO 787/7)
Ph: compreso tra 4 – 8 (ISO 787/9),
assorbimento di olio: compresa tra 20 – 30 % (ISO 787/5)
Punto di infiammabilità: non infiammabile.

Il pigmento dovrà essere dosato ed aggiunto direttamente nel mescolatore dell'impianto di produzione del conglomerato bituminoso. Il pigmento dovrà essere aggiunto con un dosaggio compreso tra il 4,0% e il 6,0% in peso sulla miscela di aggregati (filler incluso).
L'aggiunta dovrà avvenire direttamente nel mescolatore dell'impianto di produzione solo dopo che tutti gli aggregati sono stati rivestiti perfettamente dal legante bituminoso.
Il tempo di mescolazione dovrà essere regolato e prolungato fino all'ottenimento di una miscela bituminosa colorata perfettamente omogenea.

Prestazioni del conglomerato bituminoso per strato di usura
Le miscele devono essere verificate mediante pressa giratoria per la determinazione dell'analisi volumetrica.
L'analisi volumetrica della miscela di progetto deve essere analizzata mediante l'apparecchiatura pressa giratoria secondo la norma AASHTO T312.

Condizioni di prova (Tabella 52):
Tabella 52

Caratteristica	u.m.	Valore
Angolo di rotazione	°gradi	1,25 ± 0,02*
Velocità di rotazione	Rpm	30
Pressione verticale	kPa	600
Dimensioni provino - diametro	mm	100
Quantità materiale	gr	1.450

*La Direzione Lavori potrà accettare anche angoli di rotazione come previsto dalla norma UNI EN 12697-31.

Per l'analisi volumetrica della miscela bituminosa i provini dovranno essere compattati mediante pressa giratoria al un numero di giri totali (N_{max}).
La verifica della % dei vuoti dovrà essere fatta a tre livelli di n° cicli: $N_{iniziale}$, N_{design} e N_{max}.

Il numero dei giri di riferimento con le relative percentuali dei vuoti sono (Tabella 53):

Tabella 53

Livello compattazione	Cicli	Vuoti(3)	Gmb(1)/Gmm(2)
	n.	%	%
N_{design}	10	10 ÷ 15	90 ÷ 85
N_{design}	100	4 ÷ 9	96 ÷ 91

N_{max}	180	3 ÷ 7	97 ÷ 93

Densità di volume del conglomerato costipato, secondo la norma UNI EN 12697-6 – Procedura A o B,
Densità massima teorica del conglomerato bituminoso, secondo la norma UNI EN 12697-5 – procedura A,
Vuoti d'aria nei conglomerati bituminosi, secondo la norma UNI EN 12697-8.

Il conglomerato bituminoso per strato di usura dovrà essere testato determinandone la resistenza a trazione indiretta a 25°C secondo la norma UNI EN 12697-23. I provini sottoposti a rottura dovranno essere costipati mediante pressa giratoria ad un livello di compattazione N_{design}.
Per ogni miscela dovranno essere testati non meno di n.3 provini.

I due parametri di riferimento sono Rt (resistenza a trazione indiretta) e CTI (coefficiente di trazione indiretta)(Tabella 54):

Tabella 54

Determinazione	u.m.	Valori
Rt (trazione indiretta)	N/mm^2	0,65 ÷ 1,5
CTI (coeff. di trazione indiretta)	N/mm^2	≥ 70

Il contenuto dei vuoti riempiti con bitume (VFB) e i vuoti nell'aggregato minerale (VMA) dei provini saranno determinati in accordo con la norma UNI EN 12697-8, utilizzando la densità di volume e i valori di densità massima teorica, determinati secondo i metodi appropriati dichiarati nell'Allegato B (Tabella 55).

Tabella 55

Determinazione	u.m.	Minimo	Massimo
VMA	%	VMAmin12	\
VFB	%	VFBmin70	VFBmax89

La stabilità Marshall (S, P) e la rigidezza Marshall (Q) dei campioni preparati mediante compattatore ad impatto, con una energia di compattazione pari a 75 colpi per ogni faccia, in usura a quanto richiesto nella norma UNI EN 13108-20 (tabella C1), dovrà rispettare quanto richiesto nella Tabella 56. I Vuoti d'aria nel conglomerati bituminosi saranno determinati secondo la norma UNI EN 12697-8.

Tabella 56

Determinazione	u.m.	Minimo	Massimo
Stabilità Marshall (S, P)	kN	$S_{min}10$	$\underline{P}_{max}NR$
Rigidezza	kN/mm	$Q_{min}2,5$	\
Vuoti	%	$V_{min}3,0$	$V_{max}8$

Confezionamento dei conglomerati bituminosi per strato di usura colorato di "rosso":
Il conglomerato bituminoso sarà confezionato utilizzando impianti fissi automatizzati, aventi idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte. Gli impianti potranno essere sia di tipo tradizionale (continuo) che di tipo discontinuo.
La produzione non dovrà superare la potenzialità produttiva dell'impianto, per garantire una idonea essiccatura degli inerti ed un uniforme riscaldamento della miscela.
L'impianto dovrà comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele rispondenti a quelle di progetto. Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del legante bituminoso alla temperatura richiesta ed indicata dal fornitore, nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo filler.
La zona destinata allo stoccaggio degli inerti dovrà essere priva di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia, e quindi un idoneo rivestimento degli aggregati da parte del legante bituminoso. I diversi cumuli delle diverse classi di inerti devono essere nettamente separati tra di loro e ben riconoscibili per mezzo di idonei cartelli.
Per il confezionamento del conglomerato bituminoso per strato di usura si farà uso di almeno 4 classi di inerte.
Il tempo di mescolazione dovrà essere quello sufficiente garantire una perfetta omogeneizzazione dei materiali ed un perfetto rivestimento degli inerti da parte del legante bituminoso.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'uscita del mescolatore dovrà essere compresa tra 140° e 180°C qualora si utilizzassero i leganti bituminosi di classe (B) ed (C) e compresa tra 150°C e 190°C qualora si utilizzassero i leganti di classe (A).
Per garantire le suddette temperature gli impianti dovranno essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

Posa in opera:
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 vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento. La Direzione Lavori si riserva la facoltà di poter far variare la tecnologia ritenuta non opportuna.
Le vibrofinitrici dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione localizzata degli elementi litoidi più grossi.
Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali, provvedendo all'applicazione di emulsione bituminosa acida (vedere Paragrafo 31.1.3) per assicurare la saldatura della striscia successiva.
Se il bordo risulta 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 10 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.
Nel caso la lavorazione interessi tratti in cui siano presenti giunti di dilatazione (giunti a tampone, acciaio gomma ecc) per viadotti o ponti, la lavorazione deve essere complanare (mediante fresatura e/o rimozione del conglomerato adiacente al giunto) per avere una superficie viabile con elevate caratteristiche di planarità.
La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la finitrice dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 135°C per conglomerati confezionati con i leganti bituminosi di classe (B) ed (C) e non inferiore ai 145°C per i conglomerati bituminosi confezionati con i leganti di classe (A).
La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta esecuzione di tutte le fasi operative.
Gli strati eventualmente compromessi dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Appaltatore.
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 perfettamente funzionanti di idonea tipologia e peso.
Si avrà cura di condurre la compattazione con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare effetti di fessurazioni e scorrimenti nello strato.
Per lo strato di usura la miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito dello strato di usura o della fondazione solamente dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di questa ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza.
Prima della stesa del conglomerato bituminoso su strati di collegamento o strati di base, per garantirne il corretto ancoraggio, dovrà essere applicata una mano di attacco costituita da emulsione bituminosa cationica a rapida rottura in ragione della quantità indicata nel Paragrafo 31.1.3..

Trasporto:
Il trasporto del conglomerato bituminoso dall'impianto di confezione al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, puliti, efficienti e veloci, sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali e formazione di crostoni. Per la pulizia del cassone del mezzo di trasporto è assolutamente vietato l'utilizzo di gasolio. Dovranno essere utilizzati appositi solventi eco-compatibili che non compromettano negativamente le caratteristiche del conglomerato bituminoso.

Verifiche finali:
La Direzione Lavori potrà richiedere una verifica delle caratteristiche del conglomerato bituminoso applicato.
La superficie degli strati dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Mediante un'asta rettilinea lunga 4,00 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato dovrà aderirvi uniformemente e sarà tollerato uno scostamento di 4 mm.
Il grado di compattazione (C_{rg}) della pavimentazione deve essere calcolato dalla seguente equazione secondo la norma UNI EN 12697-9:

$C_{rg} = 100 * \rho_{bc}/\rho_{rg}$

dove:

C_{rg} = è il grado di compattazione, in percentuale (%);
ρ_{bc} = Densità di volume del conglomerato prelevato mediante carotatrice meccanica con foretto avente diametro non inferiore ai 100 mm, determinato secondo la norma UNI EN 12697-6 – Procedura A o B. Valore espresso in megagrammi per metro cubo (Mg/m^3);
ρ_{rg} = è la massa volumica di riferimento convenzionale, determinata attraverso l'analisi del conglomerato bituminoso sfuso mediante compattatore giratorio al livello di compattazione di N_{Design}. o Marshall, valore espresso in megagrammi per metro cubo (kg/m^3).
il valore di C_{rg} dovrà essere non inferiore al 97%.
Lo spessore della pavimentazione bituminosa sarà analizzato mediante il prelievo di campioni con carotatrice meccanica avente un foretto con diametro non inferiore ai 120 mm. Lo spessore dello strato sarà determinato mediante la norma UNI EN 12697-29.

Obblighi da parte dell'appaltatore (documentazione Marcatura CE):
La Direzione Lavori si riserva di non accettare il conglomerato bituminoso presentato dall'Appaltatore qualora questo sia sprovvisto della necessaria documentazione attestante la marcatura CE.
Il produttore o il suo rappresentante autorizzato, designato dell'EEA, è responsabile dell'applicazione della marcatura CE. Il simbolo di marcatura CE da applicare deve essere conforme alla Direttiva 93/68/CE e deve figurare sull'etichetta allegata ai documenti commerciali di accompagnamento (DDT). Il simbolo di marcatura CE deve essere accompagnato dalle seguenti informazioni:
- numero di identificazione dell'organismo di certificazione;
- nome o marchio identificativo e indirizzo registrato del produttore;
- le ultime due cifre dell'anno in cui si applica la marcatura;
- numero del certificato CE di conformità e di controllo della produzione;
- riferimento alla presente norma europea;
- descrizione del prodotto: nome generico, materiale, dimensioni e impiego previsto;
- Informazioni delle caratteristiche essenziali rilevanti elencate in Tabella ZA.1. e ZA1b. della norma europea armonizzata UNI EN 13108-1, presentate come i valori dichiarati e, dove rilevanti, livello o classe da dichiarare per ogni caratteristica essenziale, come indicato nelle note alla tabella ZA.1. e ZA.1b.
- "Nessuna prestazione determinata" per requisiti ove ciò sia rilevante.
L'opzione "Nessuna prestazione determinata (NPD) non può essere usata laddove la caratteristica è soggetta ad un livello di soglia. Altrimenti, l'opzione NPD può essere usata quando e dove la caratteristica, per un uso specifico.
I requisiti **obbligatori** che devono apparire nell'Etichetta CE sono:
Temperatura della miscela alla produzione e alla consegna (valori di soglia);
Contenuto minimo di legante (categoria e valore reale);
Composizione granulometrica (valore %);
Qualora i requisiti facoltativi riportino l'opzione "Nessuna prestazione determinata" (NPD), la **Direzione Lavori potrà richiederà** uno Studio della miscela in laboratorio (mix-design) come previsto nelle Norme Tecniche, da presentarsi con congruo anticipo all'inizio dei lavori.

Esempio di una Etichetta CE che deve essere allegata al documento di trasporto o alla bolla di acquisto e fatta avere in copia alla Direzione Lavori. Come designazione della norma potrà essere utilizzata anche la sigla AC al posto di CB.

CE

01234

Nome Ditta, Via....., CAP....Città.....

06

01234-CPD-00234

EN 13108-1

Conglomerato Bituminoso per strade, aeroporti e altre aree trafficate

CB 8 SUP 50/70

Nome Impianto (es. euro asphalt plant S24)

Requisiti generali + Requisiti fondamentali

Contenuto di vuoti *		
– massimo		Vmax7 (7,0 %)
– minimo		Vmin2 (2,0 %)
Sensibilità all'acqua*		$ITSR_{90}$ (90 %)
Resistenza all'abrasione da pneumatici scolpiti (chiodati)		Abr_{A40} (40ml)
Reazione al fuoco		Euroclass Cfl**
Temperatura della miscela		da 140 °C a 180 °C
Granulometria		
(passante)	setaccio 22,4 mm	100 %
	setaccio 16 mm	95 %
	setaccio 11,2 mm	88 %
	setaccio 5,6 mm	62 %
	setaccio 2 mm	40 %
	setaccio 0,500 mm	33 %
	setaccio 0,250 mm	22 %
	setaccio 0,063 mm	5,8 %
Contenuto di legante		$B_{min\ 6,0}$ (6,0 %)
Rigidezza		
Minima		$S_{min1\ 800}$ (1 800 MPa)
Massima		$Smax_{9\ 800}$ (9 000 MPa)
Resistenza alla deformazione permanente*		
Dispositivo largo: profondità di rottura proporzionale		P_5 (5,0 %)
Dispositivo piccolo: ormaiamento		$WTS_{AIR10,0}$ (10 mm)
Dispositivo piccolo: profondità di rottura proporzionale		$PR_{DAIR9,0}$ (9,0%)

Condizioni di prova scelte in accordo con la EN 13108-20

Marcatura di conformità CE, composta da:

Simbolo "CE"- fornito dalla direttiva 93/68/EEC

Numero di identificazione dell'organismo di certifica

Nome o marchio identificativo e indirizzo registrato produttore

Ultime due cifre dell'anno in cui è stata affissa l marcatura

Numero del certificato

Numero della Normativa europea

Descrizione del prodotto

Designazione della norma

Nome dell'impianto

Codice di identificazione della miscela

e

Informazioni sulle caratteristiche di legge che dovre coincidere con la Tabella ZA. 1°; tuttavia, il produ può voler dichiarare il valore prestazionale reale aggiunta alla categoria o classe specificata in que documento

31.3.5. Asfalto plastico

Per la manutenzione e riparazione straordinaria delle buche sulla superficie stradale si deve utilizzare un conglomerato bituminoso, costituito da una miscela di aggregati (graniglia e sabbia) e bitume idoneamente "flussato", tale da consentire l'impiego a temperatura ambiente anche dopo un lungo periodo di stoccaggio.
Il materiale può presentarsi o sfuso o contenuto in sacchi o secchi. L'asfalto flussato al momento dell'utilizzo deve deve avere una temperatura non superiore ai 20°C, in caso contrario la D.L. potrà richiedere la sua completa rimozione e sostituzione con idoneo prodotto. Il costo di tale operazione è a totale carico dell'impresa.
Il conglomerato bituminoso flussato dovrà avere una composizione tale da garantire una buona resistenza meccanica e una volta applicato un buon addensamento.

La composizione granulometrica dovrà soddisfare i seguenti limiti:

***Setacci** a maglia quadra (serie fondazione + set 2) Apertura maglie in mm*	***Passante in peso***	
	Limite inferiore	***Limite superiore***
Setaccio 10	100	100
Setaccio 2	15	40
Setaccio 0,063	1	8

L'asfalto plastico dovrà avere un contenuto di legante (bitume + flussante) tale da permettere un perfetto rivestimento della miscela di aggregati. Il contenuto minimo di legante deve essere pari al 5,4% sul peso della miscela di aggregato.
Il conglomerato plastico deve essere resistente alle basse temperature e deve essere lavorabile anche a temperature inferiori ai -4°C, senza che si vengano a formare blocchi duri.

Applicazione:
- Asportare mediante idonea attrezzatura le eventuali placche disconnesse attorno alla buca.
- Ove possibile provvedere alla sagomatura della buca in modo tale da formare una forma geometrica regolare.
- Asportare l'eventuale acqua all'interno della buca utilizzando degli spazzoloni.
- Applicare su tutta la superficie interna della buca una emulsione bituminosa acida a rapida rottura in ragione di 0,6 – 1,2 kg/m^2.
- Versare il conglomerato plastico all'interno della buca nella quantità necessaria a colmarla completamente.
- Provvedere ad addensare il conglomerato bituminoso plastico applicato mediante un piccolo rullo manuale o idonei pestelli.
- Applicare l'emulsione bituminoso in corrispondenza del giunto perimetrale della buca.
- Spargere del filler calcareo sulla superficie della buca.
- Aprire la strada al traffico.

31.4. Conglomerati bituminosi confezionati a caldo con leganti modificati

31.4.1. Strato di Base BM (Tout-Venant BM)

Descrizione
Lo strato di base BM (Tout Venant BM) in conglomerato bituminoso è costituito da un misto granulare, prevalentemente di frantumazione, costituito da una miscela di aggregato grosso, fine e filler impastata a caldo con legante bituminoso modificato di prescritta Classe, previo preriscaldamento degli aggregati, steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con rulli metallici e/o gommati, vibranti o statici perfettamente funzionanti e di idoneo peso.
Gli inerti e il filler impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione secondo ed in conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043 "Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti ed altre aree soggette a traffico". Il conglomerato bituminoso, una volta messo in opera, dovrà conferire una elevata resistenza meccanica allo strato di pavimentazione in modo da sopportare le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei

veicoli senza subire deformazioni permanenti. Lo spessore dello strato di base è indicato dalla Direzione Lavori in fase di progetto.

Caratteristiche dei materiali:
Aggregato grosso (frazione superiore ai 2,00 mm)
L'aggregato grosso deve essere conforme alla EN 13043 come appropriato per l'uso specifico.
L'aggregato grosso sarà costituito da inerti frantumati, ghiaie, ghiaie frantumate, pietrischetti e graniglie che potranno essere di provenienza o natura petrografica diversificata, purché rispettino le specifiche prestazionali di seguito richieste.

L'aggregato deve avere dimensioni tali da risultare completamente passante al setaccio da 31,5 mm;
Il contenuto di fini, passante al setaccio da 0,063 mm (f), secondo la norma UNI EN 933-1, deve risultare inferiore al 2% [f_2],
Il Coefficiente di appiattimento (FI), secondo la norma UNI EN 933-3, deve risultare inferiore al 20 [FI_{20}],
Il Coefficiente di forma (SI), secondo la norma UNI EN 933-4, deve risultare inferiore al 20 [SI_{20}],
La perdita in peso alla prova Los Angeles (LA) secondo la norma UNI EN 1097-2, eseguita sulle singole pezzature, , non deve essere superiore al 25% [LA_{25}],
La percentuale di superfici frantumate negli aggregati grossi secondo la norma 933-5 non deve essere inferiore al 60%.

Aggregato fino (frazione inferiore ai 2,00 mm)
L'aggregato fino deve essere conforme alla EN 13043 come appropriato per l'uso specifico.
L'aggregato grosso sarà costituito da sabbie naturali o da sabbie provenienti da processi di frantumazione che potranno essere di provenienza o natura petrografica diversificata, purché rispettino le specifiche prestazionali di seguito richieste.

L'equivalente in sabbia, secondo la norma UNI EN 933-8, deve essere maggiore del 65%,
L'inerte fino, ai sensi della Norma UNI CEN ISO/TS 17892-12 "Indagini e prove geotecniche - Prove di laboratorio sui terreni - Parte 12: Determinazione dei limiti di Atterberg", deve avere un Limite Liquido e un Limite Plastico non determinabili, e di conseguenza l'inerte deve risultare non plastico.

Additivo filler (frazione inferiore ai 0,063 mm)
L'additivo filler deve essere conforme alla EN 13043 come appropriato per l'uso specifico.
Gli additivi (filler) devono preferibilmente provenire dalla macinazione di rocce di natura calcara e dovranno soddisfare ai seguenti requisiti:
Alla prova UNI EN 933-1 dovranno risultare compresi nei seguenti limiti indicati nella Tabella 5B.

Tabella 5B

Setacci a maglia quadra Apertura maglie in mm	**Passante in peso**	
	Limite inferiore	**Limite superiore**
Setaccio 2,00	100	100
Setaccio 0,125	85	100
Setaccio 0,063	75	100

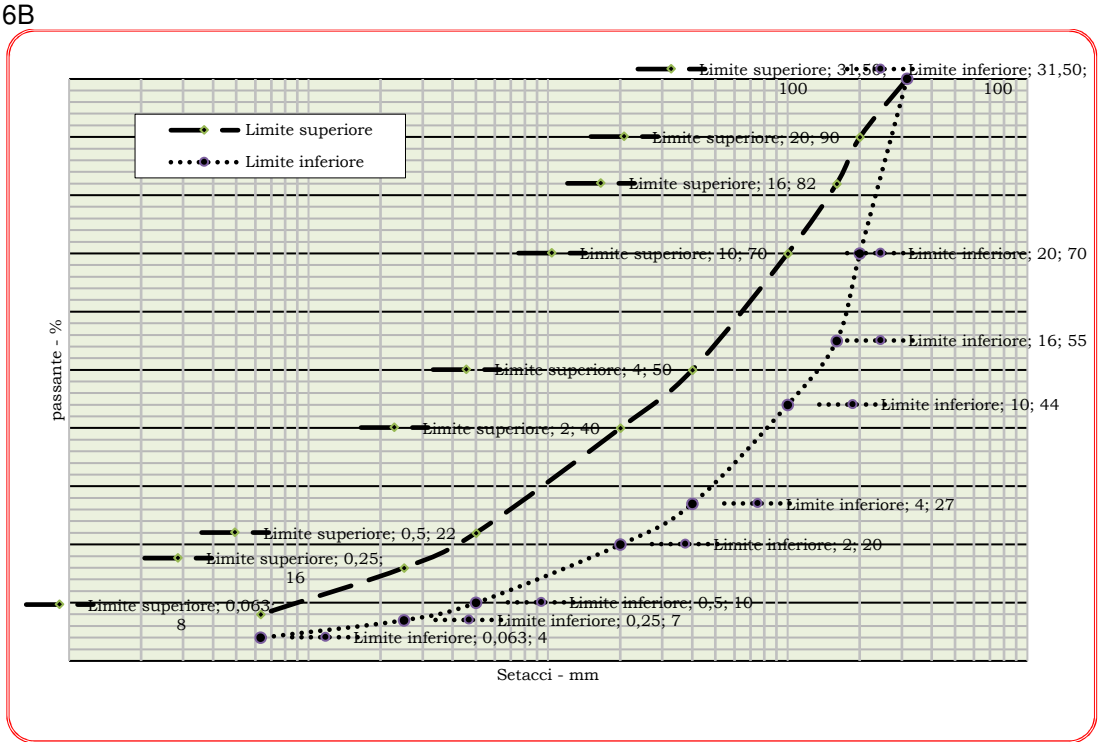
Conglomerato riciclato (fresato bituminoso)
Nel confezionamento del conglomerato bituminoso per strato di base è possibile l'impiego di conglomerato riciclato fino ad un massimo del 20% in peso sulla miscela di inerti compreso il filler. Dosaggi maggiori potranno essere approvati dalla Direzione Lavori e comunque dovranno essere utilizzati degli additivi chimici funzionali nei dosaggi e metodologie descritte nel Paragrafo 31.2.1. Il conglomerato riciclato (fresato) deve rispondere a quanto prescritto dal Testo Unico Ambientale 152/06.

Composizione granulometrica miscela:
La miscela di inerti utilizzata per il confezionamento del conglomerato bituminoso per strato di base deve avere andamento continuo ed uniforme concorde a quello delle curve limiti inserite nella Tabella 6B e rappresentati graficamente nel Grafico 6B. La determinazione della composizione granulometrica della miscela deve essere eseguita secondo la norma UNI EN 933-1.

Tabella 6B

Setacci a maglia quadra (serie fondazione + set 2) Apertura maglie in mm	**Passante in peso**	
	Limite inferiore	**Limite superiore**
Setaccio 31,5	100	100
Setaccio 20	70	90
Setaccio 16	55	82
Setaccio 10	44	70
Setaccio 4	27	50
Setaccio 2	20	40
Setaccio 0,5	10	22
Setaccio 0,25	7	16
Setaccio 0,063	4	8

Grafico 6B



Legante bituminoso (bitume):
Nel confezionamento dei conglomerati bituminosi per strato di base devono essere impiegati leganti bituminosi modificati rispondenti alle specifiche tecniche riportate nella Tabella 5 del Paragrafo 31.1.2. La classe del legante bituminoso sarà a discrezione della Direzione Lavori e sarà indicato nel Capitolato Speciale d'Appalto.
Il contenuto minimo di legante bituminoso dovrà essere pari al **4,0% (valore corretto)** sul peso della miscela (B_{min}4,0%) e comunque dovrà risultare sufficiente a garantire il raggiungimento di tutti i valori prestazionali richiesti alla miscela finale.
Per determinare il contenuto di legante "corretto", il dosaggio di bitume dovrà essere moltiplicato per il fattore $\alpha = 2{,}650/\rho d$, dove ρd è inteso come la densità del particella di aggregato, in megagrammi per metro cubo (Mg/m^3), determinata secondo la EN 1097-6.

Additivi:
Nel confezionamento dei conglomerati bituminosi per strato di base devono essere impiegati gli additivi come descritto nel Paragrafo 31.2.2.

Studio della miscela in laboratorio (mix-design):
L'Appaltatore dovrà, preliminarmente all'inizio dei lavori, presentare alla Direzione Lavori uno studio della miscela che intende utilizzare. Nello studio dovranno essere riportate tutte le prove prestazionali delle materie prime e della miscela finale. In allegato allo studio l'Appaltatore deve presentare la documentazione attestante la marcatura CE del conglomerato bituminoso.

Prestazioni del conglomerato bituminoso per strato di base:
Le miscele devono essere verificate mediante pressa giratoria per la determinazione dell'analisi volumetrica.
L'analisi volumetrica della miscela di progetto deve essere analizzata mediante l'apparecchiatura pressa giratoria secondo la norma AASHTO T312.

Condizioni di prova (Tabella 7B):

Tabella 7B

Caratteristica	u.m.	Valore
Angolo di rotazione	°gradi	1,25 ± 0,02*
Velocità di rotazione	Rpm	30
Pressione verticale	kPa	600
Dimensioni provino - diametro	mm	150
Quantità materiale	gr	4.500

*La Direzione Lavori potrà accettare anche angoli di rotazione come previsto dalla norma UNI EN 12697-31.

Per l'analisi volumetrica della miscela bituminosa i provini dovranno essere compattati mediante pressa giratoria al un numero di giri totali (N_{max}).
La verifica della % dei vuoti dovrà essere fatta a tre livelli di n° cicli: $N_{iniziale}$, N_{design} e N_{max}.

Il numero dei giri di riferimento con le relative percentuali dei vuoti sono (Tabella 8B):

Tabella 8B

Livello compattazione	Cicli	Vuoti(3)	Gmb(1)/Gmm(2)
	n.	%	%
N_{design}	10	10 ÷ 16	90 ÷ 84
N_{design}	110	4 ÷ 8	96 ÷ 92
N_{max}	190	2 ÷ 7	98 ÷ 93

Densità di volume del conglomerato costipato, secondo la norma UNI EN 12697-6 – Procedura A o B,
Densità massima teorica del conglomerato bituminoso, secondo la norma UNI EN 12697-5 – procedura A,
Vuoti d'aria nei conglomerati bituminosi, secondo la norma UNI EN 12697-8.

Il conglomerato bituminoso per strato di base dovrà essere testato determinandone la resistenza a trazione indiretta a 25°C secondo la norma UNI EN 12697-23. I provini sottoposti a rottura dovranno essere costipati mediante pressa giratoria ad un livello di compattazione N_{design}.
Per ogni miscela dovranno essere testati non meno di n.3 provini.

I due parametri di riferimento sono Rt (resistenza a trazione indiretta) e CTI (coefficiente di trazione indiretta)(Tabella 9B):

Tabella 9B

Determinazione	u.m.	Valori
Rt (trazione indiretta)	N/mm^2	0,85 ÷ 1,75
CTI (coeff. di trazione indiretta)	N/mm^2	≥ 80

Il contenuto dei vuoti riempiti con bitume (VFB) e i vuoti nell'aggregato minerale (VMA) dei provini saranno determinati in accordo con la norma UNI EN 12697-8, utilizzando la densità di volume e i valori di densità massima teorica, determinati secondo i metodi appropriati dichiarati nell'Allegato B (Tabella 10B).

Tabella 10B

Determinazione	u.m.	Minimo	Massimo
VMA	%	VMAmin12	\
VFB	%	VFBmin65	VFBmax83

La stabilità Marshall (S, P) e la rigidezza Marshall (Q) dei campioni preparati mediante compattatore ad impatto, con una energia di compattazione pari a 75 colpi per ogni faccia, in base a quanto richiesto nella norma UNI EN 13108-20 (tabella C1), dovrà rispettare quanto richiesto nella Tabella 11B. I Vuoti d'aria nel conglomerati bituminosi saranno determinati secondo la norma UNI EN 12697-8.

Tabella 11B

Determinazione	u.m.	Minimo	Massimo
Stabilità Marshall (S, P)	kN	S_{min}12,5	$\underline{P}_{max}$NR
Rigidezza	kN/mm	Q_{min3},0	\
Vuoti	%	V_{min}3	V_{max}7

Confezionamento dei conglomerati bituminosi per strato di base:
Il conglomerato bituminoso sarà confezionato utilizzando impianti fissi automatizzati, aventi idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte. Gli impianti potranno essere sia di tipo tradizionale (continuo) che di tipo discontinuo.
La produzione non dovrà superare la potenzialità produttiva dell'impianto, per garantire una idonea essiccatura degli inerti ed un uniforme riscaldamento della miscela.
L'impianto dovrà comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele rispondenti a quelle di progetto. Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del legante bituminoso alla temperatura richiesta ed indicata dal fornitore, nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo filler.
La zona destinata allo stoccaggio degli inerti dovrà essere priva di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia, e quindi un idoneo rivestimento degli aggregati da parte del legante bituminoso. I diversi cumuli delle diverse classi di inerti devono essere nettamente separati tra di loro e ben riconoscibili per mezzo di idonei cartelli..
Per il confezionamento del conglomerato bituminoso per strato di base si farà uso di almeno 4 classi di inerte.
Il tempo di mescolazione dovrà essere quello sufficiente garantire una perfetta omogeneizzazione dei materiali ed un perfetto rivestimento degli inerti da parte del legante bituminoso.
La temperatura del conglomerato bituminoso all'uscita del mescolatore dovrà essere compresa tra 155° e 190°C qualora si utilizzassero i leganti bituminosi di classe (D) ed (E) e compresa tra 150° e 185°C qualora si utilizzassero i leganti di classe (F).
Per garantire le suddette temperature gli impianti dovranno essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

Posa in opera
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 vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento. La Direzione Lavori si riserva la facoltà di poter far variare la tecnologia ritenuta non opportuna.
Le vibrofinitrici dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione localizzata degli elementi litoidi più grossi.
Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali, provvedendo all'applicazione di emulsione bituminosa acida (vedere Paragrafo 31.1.3) per assicurare la saldatura della striscia successiva.
Se il bordo risulta 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 10 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.
Nel caso la lavorazione interessi tratti in cui siano presenti giunti di dilatazione (giunti a tampone, acciaio gomma ecc) per viadotti o ponti, la lavorazione deve essere complanare (mediante fresatura e/o rimozione del conglomerato adiacente al giunto) per avere una superficie viabile con elevate caratteristiche di planarità.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la finitrice dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 145°C per conglomerati confezionati con il legante bituminoso di classe (F) e non inferiore ai 150°C per i conglomerati bituminosi confezionati con i leganti di classe (D) ed (E).
La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta esecuzione di tutte le fasi operative.
Gli strati eventualmente compromessi dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Appaltatore.
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 perfettamente funzionanti di idonea tipologia e peso. Qualora lo strato di base dovesse superare i 12 cm di spessore, la stesa del conglomerato bituminoso dovrà obbligatoriamente avvenire attraverso due stese successive.
Si avrà cura di condurre la compattazione con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare effetti di fessurazioni e scorrimenti nello strato.
Per lo strato di base la miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito dello strato di base o della fondazione solamente dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di questa ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza.
Prima della stesa del conglomerato bituminoso su strati di base in misto cementato, per garantirne il corretto ancoraggio, dovrà essere applicata una mano di attacco costituita da emulsione bituminosa cationica a rapida rottura in ragione della quantità indicata nel Paragrafo 31.1.3..

Trasporto
Il trasporto del conglomerato bituminoso dall'impianto di confezione al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, puliti, efficienti e veloci, sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali e formazione di crostoni. Per la pulizia del cassone del mezzo di trasporto è assolutamente vietato l'utilizzo di gasolio. Dovranno essere utilizzati appositi solventi eco-compatibili che non compromettano negativamente le caratteristiche del conglomerato bituminoso.

Verifiche finali
La Direzione Lavori potrà richiedere una verifica delle caratteristiche del conglomerato bituminoso applicato.
La superficie degli strati dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Mediante un'asta rettilinea lunga 4,00 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato dovrà aderirvi uniformemente e sarà tollerato uno scostamento di 5 mm.
Il grado di compattazione (C_{rg}) della pavimentazione deve essere calcolato dalla seguente equazione secondo la norma UNI EN 12697-9:

$$C_{rg} = 100 * \rho_{bc}/\rho_{rg}$$

dove:

C_{rg} = è il grado di compattazione, in percentuale (%);
ρ_{bc} = Densità di volume del conglomerato prelevato mediante carotatrice meccanica con foretto avente diametro non inferiore ai 150 mm, determinato secondo la norma UNI EN 12697-6 – Procedura A o B. Valore espresso in megagrammi per metro cubo (Mg/m^3);
ρ_{rg} = è la massa volumica di riferimento convenzionale, determinata attraverso l'analisi del conglomerato bituminoso sfuso mediante compattatore giratorio al livello di compattazione di N_{Design}.o Marshall, valore espresso in megagrammi per metro cubo (kg/m^3).
il valore di C_{rg} dovrà essere maggiore o uguale al 97%.
Lo spessore della pavimentazione bituminosa sarà analizzato mediante il prelievo di campioni con carotatrice meccanica avente un foretto con diametro non inferiore ai 100 mm. Lo spessore dello strato sarà determinato mediante la norma UNI EN 12697-29.

Obblighi da parte dell'appaltatore (documentazione Marcatura CE)
La Direzione Lavori si riserva di non accettare il conglomerato bituminoso presentato dall'Appaltatore qualora questo sia sprovvisto della necessaria documentazione attestante la marcatura CE.
Il produttore o il suo rappresentante autorizzato, designato dell'EEA, è responsabile dell'applicazione della marcatura CE. Il simbolo di marcatura CE da applicare deve essere conforme alla Direttiva 93/68/CE e deve figurare sull'etichetta allegata ai documenti commerciali di accompagnamento (DDT). Il simbolo di marcatura CE deve essere accompagnato dalle seguenti informazioni:
- numero di identificazione dell'organismo di certificazione;
- nome o marchio identificativo e indirizzo registrato del produttore;

- le ultime due cifre dell'anno in cui si applica la marcatura;
- numero del certificato CE di conformità e di controllo della produzione;
- riferimento alla presente norma europea;
- descrizione del prodotto: nome generico, materiale, dimensioni e impiego previsto;
- Informazioni delle caratteristiche essenziali rilevanti elencate in Tabella ZA.1. e ZA1b. della norma europea armonizzata UNI EN 13108-1, presentate come i valori dichiarati e, dove rilevanti, livello o classe da dichiarare per ogni caratteristica essenziale, come indicato nelle note alla tabella ZA.1. e ZA.1b.
- "Nessuna prestazione determinata" per requisiti ove ciò sia rilevante.

L'opzione "Nessuna prestazione determinata (NPD) non può essere usata laddove la caratteristica è soggetta ad un livello di soglia. Altrimenti, l'opzione NPD può essere usata quando e dove la caratteristica, per un uso specifico.

I requisiti **obbligatori** che devono apparire nell'Etichetta CE sono:

Temperatura della miscela alla produzione e alla consegna (valori di soglia);

Contenuto minimo di legante (categoria e valore reale);

Composizione granulometrica (valore %);

Qualora i requisiti facoltativi riportino l'opzione "Nessuna prestazione determinata" (NPD), la **Direzione Lavori potrà richiederà** uno Studio della miscela in laboratorio (mix-design) come previsto nelle Norme Tecniche, da presentarsi con congruo anticipo all'inizio dei lavori.

Esempio di una Etichetta CE che deve essere allegata al documento di trasporto o alla bolla di acquisto e fatta avere in copia alla Direzione Lavori. Come designazione della norma potrà essere utilizzata anche la sigla AC al posto di CB.

CE 01234	*Marcatura di conformità CE, composta da:* *Simbolo "CE"- fornito dalla direttiva 93/68/EEC* *Numero di identificazione dell'organismo di certifica*
Nome Ditta, Via....., CAP....Città..... 06 01234-CPD-00234	*Nome o marchio identificativo e indirizzo registrato produttore* *Ultime due cifre dell'anno in cui è stata affissa l marcatura* *Numero del certificato*
EN 13108-1 **Conglomerato Bituminoso per strade, aeroporti e altre aree trafficate** CB 20 BASE BM 50/70 Nome Impianto (es. euro asphalt plant S24)	*Numero della Normativa europea* *Descrizione del prodotto* *Designazione della norma* *Nome dell'impianto*
Requisiti generali + Requisiti fondamentali Contenuto di vuoti * – massimo: *Vmax7* (7,0 %) – minimo: *Vmin2* (2,0 %) Sensibilità all'acqua*: $ITSR_{90}$ (90 %) Resistenza all'abrasione da pneumatici scolpiti (chiodati): Abr_{A40} (40ml) Reazione al fuoco: Euroclass Cfl** Temperatura della miscela: da 140 °C a 180 °C Granulometria (passante) setaccio 22,4 mm: 100 % setaccio 16 mm: 95 % setaccio 11,2 mm: 88 % setaccio 5,6 mm: 62 % setaccio 2 mm: 40 % setaccio 0,500 mm: 33 % setaccio 0,250 mm: 22 % setaccio 0,063 mm: 5,8 % Contenuto di legante: $B_{min\ 6,0}$ (6,0 %) Rigidezza Minima: $S_{min1\ 800}$ (1 800 MPa) Massima: $Smax_{9\ 800}$ (9 000 MPa) Resistenza alla deformazione permanente* Dispositivo largo: profondità di rottura proporzionale: P_5 (5,0 %) Dispositivo piccolo: ormaiamento: $WTS_{AIR10,0}$ (10 mm) Dispositivo piccolo: profondità di rottura proporzionale: $PR_{DAIR9,0}$ (9,0%) Condizioni di prova scelte in accordo con la EN 13108-20	*e* *Informazioni sulle caratteristiche di legge che dovre coincidere con la Tabella ZA. 1°; tuttavia, il produ può voler dichiarare il valore prestazionale reale aggiunta alla categoria o classe specificata in que documento*

31.4.2. Strato di Collegamento BM (Binder BM)

Descrizione
Lo strato di collegamento BM (Binder BM) in conglomerato bituminoso è costituito da un misto granulare, prevalentemente di frantumazione, costituito da una miscela di aggregato grosso, fine e filler impastata a caldo con legante bituminoso modificato di prescritta Classe, previo preriscaldamento degli aggregati, steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con rulli metallici e/o gommati, vibranti o statici perfettamente funzionanti e di idoneo peso.
Gli inerti e il filler impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione secondo ed in conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043 "Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti ed altre aree soggette a traffico". Il conglomerato bituminoso, una volta messo in opera, dovrà conferire una elevata resistenza meccanica allo strato di pavimentazione in modo da sopportare le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli senza subire deformazioni permanenti. Lo spessore dello strato di collegamento è indicato dalla Direzione Lavori in fase di progetto.

Caratteristiche dei materiali
Aggregato grosso (frazione superiore ai 2,00 mm)
L'aggregato grosso deve essere conforme alla EN 13043 come appropriato per l'uso specifico.
L'aggregato grosso sarà costituito da inerti frantumati, ghiaie, ghiaie frantumate, pietrischetti e graniglie che potranno essere di provenienza o natura petrografica diversificata, purché rispettino le specifiche prestazionali di seguito richieste.

L'aggregato deve avere dimensioni tali da risultare completamente passante al setaccio da 20 mm;
Il contenuto di fini, passante al setaccio da 0,063 mm (f), secondo la norma UNI EN 933-1, deve risultare inferiore al 2% [f_2],
Il Coefficiente di appiattimento (FI), secondo la norma UNI EN 933-3, deve risultare inferiore al 15% [FI_{15}],
Il Coefficiente di forma (SI), secondo la norma UNI EN 933-4, deve risultare inferiore al 20% [SI_{20}],
La perdita in peso alla prova Los Angeles (LA) secondo la norma UNI EN 1097-2, eseguita sulle singole pezzature, , non deve essere superiore al 25% [LA_{25}],
La percentuale di superfici frantumate negli aggregati grossi secondo la norma 933-5 deve essere del 100%.

Aggregato fino (frazione inferiore ai 2,00 mm)
L'aggregato fino deve essere conforme alla EN 13043 come appropriato per l'uso specifico.
L'aggregato fino sarà costituito da sabbie naturali o provenienti da processi di frantumazione che potranno essere di provenienza o natura petrografica diversificata, purché rispettino le specifiche prestazionali di seguito richieste.

L'equivalente in sabbia, secondo la norma UNI EN 933-8, deve essere maggiore del 65%,
L'inerte fino, ai sensi della Norma UNI CEN ISO/TS 17892-12 "Indagini e prove geotecniche - Prove di laboratorio sui terreni - Parte 12: Determinazione dei limiti di Atterberg", deve avere un Limite Liquido e un Limite Plastico non determinabili, e di conseguenza l'inerte deve risultare non plastico.

Additivo filler (frazione inferiore ai 0,063 mm)
L'additivo filler deve essere conforme alla EN 13043 come appropriato per l'uso specifico.
Gli additivi (filler) devono preferibilmente provenire dalla macinazione di rocce di natura calcara e dovranno soddisfare ai seguenti requisiti:
Alla prova UNI EN 933-1 dovranno risultare compresi nei seguenti limiti indicati nella Tabella 12B.

Tabella 12B

Setacci a maglia quadra Apertura maglie in mm	**Passante in peso**	
	Limite inferiore	**Limite superiore**
Setaccio 2,00	100	100
Setaccio 0,125	85	100
Setaccio 0,063	75	100

Conglomerato riciclato (fresato bituminoso)
Nel confezionamento del conglomerato bituminoso per strato di collegamento è possibile l'impiego di conglomerato riciclato fino ad un massimo del 20% in peso sulla miscela di inerti compreso il filler. Dosaggi

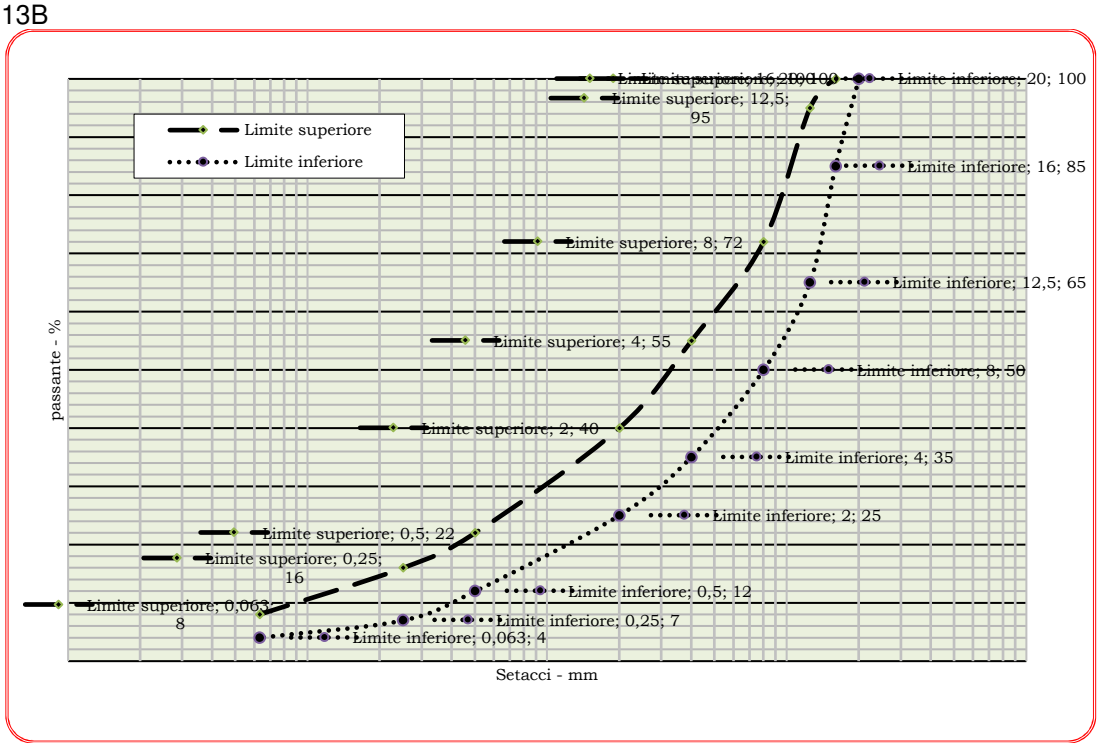
maggiori potranno essere approvati dalla Direzione Lavori e comunque dovranno essere utilizzati degli additivi chimici funzionali nei dosaggi e metodologie descritte nel Paragrafo 31.2.1. Il conglomerato riciclato (fresato) deve rispondere a quanto prescritto dal Testo Unico Ambientale 152/06.

Composizione granulometrica miscela
La miscela di inerti utilizzata per il confezionamento del conglomerato bituminoso per strato di collegamento deve avere andamento continuo ed uniforme concorde a quello delle curve limiti inserite nella Tabella 13B e rappresentati graficamente nel Grafico 13B. La determinazione della composizione granulometrica della miscela deve essere eseguita secondo la norma UNI EN 933-1.

Tabella 13B

Setacci a maglia quadra (serie fondazione + set 2) Apertura maglie in mm	**Passante in peso**	
	Limite inferiore	**Limite superiore**
Setaccio 20	100	100
Setaccio 16	85	100
Setaccio 12,5	65	95
Setaccio 8	50	72
Setaccio 4	35	55
Setaccio 2	25	40
Setaccio 0,5	12	22
Setaccio 0,25	7	16
Setaccio 0,063	4	8

Grafico 13B



Legante bituminoso modificato (bitume BM):
Nel confezionamento dei conglomerati bituminosi per strato di collegamento devono essere impiegati leganti bituminosi modificati rispondenti alle specifiche tecniche riportate nella Tabella 5 del Paragrafo 31.1.2. La classe del legante bituminoso sarà a discrezione della Direzione Lavori e sarà indicato nel Capitolato Speciale d'Appalto. Il contenuto minimo di legante bituminoso dovrà essere pari al **4,4% (valore corretto)** sul peso della miscela ($B_{min}4,4$) e comunque dovrà risultare sufficiente a garantire il raggiungimento di tutti i valori prestazionali richiesti alla miscela finale.
Per determinare il contenuto di legante "corretto", il dosaggio di bitume dovrà essere moltiplicato per il fattore $\alpha = 2,650/\rho d$, dove ρd è inteso come la densità del particella di aggregato, in megagrammi per metro cubo (Mg/m^3), determinata secondo la EN 1097-6.

Additivi:
Nel confezionamento dei conglomerati bituminosi per strato di collegamento devono essere impiegati gli additivi come descritto nel Paragrafo 31.2.2.

Studio della miscela in laboratorio (mix-design)
L'Appaltatore dovrà, preliminarmente all'inizio dei lavori, presentare alla Direzione Lavori uno studio della miscela che intende utilizzare. Nello studio dovranno essere riportate tutte le prove prestazionali delle materie prime e della miscela finale. In allegato allo studio l'Appaltatore deve presentare la documentazione attestante la marcatura CE del conglomerato bituminoso.

Prestazioni del conglomerato bituminoso per strato di collegamento
Le miscele devono essere verificate mediante pressa giratoria per la determinazione dell'analisi volumetrica.
L'analisi volumetrica della miscela di progetto deve essere analizzata mediante l'apparecchiatura pressa giratoria secondo la norma AASHTO T312.

Condizioni di prova (Tabella 14B):

Tabella 14B

Caratteristica	u.m.	Valore
Angolo di rotazione	°gradi	1,25 ± 0,02*
Velocità di rotazione	Rpm	30
Pressione verticale	kPa	600
Dimensioni provino - diametro	mm	150
Quantità materiale	gr	4.500

*La Direzione Lavori potrà accettare anche angoli di rotazione come previsto dalla norma UNI EN 12697-31.

Per l'analisi volumetrica della miscela bituminosa i provini dovranno essere compattati mediante pressa giratoria al un numero di giri totali (N_{max}).
La verifica della % dei vuoti dovrà essere fatta a tre livelli di n° cicli: $N_{iniziale}$, N_{design} e N_{max}.

Il numero dei giri di riferimento con le relative percentuali dei vuoti sono (Tabella 15B):

Tabella 15B

Livello compattazione	Cicli	Vuoti(3)	Gmb(1)/Gmm(2)
	n.	%	%
N_{design}	10	10 ÷ 14	90 ÷ 86
N_{design}	110	4 ÷ 8	96 ÷ 92
N_{max}	190	2 ÷ 6	98 ÷ 94

Densità di volume del conglomerato costipato, secondo la norma UNI EN 12697-6 – Procedura A o B,
Densità massima teorica del conglomerato bituminoso, secondo la norma UNI EN 12697-5 – procedura A,
Vuoti d'aria nei conglomerati bituminosi, secondo la norma UNI EN 12697-8.

Il conglomerato bituminoso per strato di collegamento dovrà essere testato determinandone la resistenza a trazione indiretta a 25°C secondo la norma UNI EN 12697-23. I provini sottoposti a rottura dovranno essere costipati mediante pressa giratoria ad un livello di compattazione N_{design}.
Per ogni miscela dovranno essere testati non meno di n.3 provini.

I due parametri di riferimento sono Rt (resistenza a trazione indiretta) e CTI (coefficiente di trazione indiretta)(Tabella 16B):

Tabella 16B

Determinazione	u.m.	Valori

Rt (trazione indiretta)	N/mm^2	0,85 ÷ 1,65
CTI (coeff. di trazione indiretta)	N/mm^2	≥ 75

Il contenuto dei vuoti riempiti con bitume (VFB) e i vuoti nell'aggregato minerale (VMA) dei provini saranno determinati in accordo con la norma UNI EN 12697-8, utilizzando la densità di volume e i valori di densità massima teorica, determinati secondo i metodi appropriati dichiarati nell'Allegato B (Tabella 17B).

Tabella 17B

Determinazione	u.m.	Minimo	Massimo
VMA	%	VMAmin12	\
VFB	%	VFBmin65	VFBmax86

La stabilità Marshall (S, P) e la rigidezza Marshall (Q) dei campioni preparati mediante compattatore ad impatto, con una energia di compattazione pari a 75 colpi per ogni faccia, in collegamento a quanto richiesto nella norma UNI EN 13108-20 (tabella C1), dovrà rispettare quanto richiesto nella Tabella 18B. I Vuoti d'aria nel conglomerati bituminosi saranno determinati secondo la norma UNI EN 12697-8.

Tabella 18B

Determinazione	u.m.	Minimo	Massimo
Stabilità Marshall (S, P)	kN	$S_{min}12,5$	$\underline{P}_{max}NR$
Rigidezza	kN/mm	$Q_{min}2,5$	\
Vuoti	%	$V_{min}3$	$V_{max}6$

Confezionamento dei conglomerati bituminosi per strato di collegamento
Il conglomerato bituminoso sarà confezionato utilizzando impianti fissi automatizzati, aventi idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte. Gli impianti potranno essere sia di tipo tradizionale (continuo) che di tipo discontinuo.
La produzione non dovrà superare la potenzialità produttiva dell'impianto, per garantire una idonea essiccatura degli inerti ed un uniforme riscaldamento della miscela.
L'impianto dovrà comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele rispondenti a quelle di progetto. Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del legante bituminoso alla temperatura richiesta ed indicata dal fornitore, nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo filler.
La zona destinata allo stoccaggio degli inerti dovrà essere priva di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia, e quindi un idoneo rivestimento degli aggregati da parte del legante bituminoso. I diversi cumuli delle diverse classi di inerti devono essere nettamente separati tra di loro e ben riconoscibili per mezzo di idonei cartelli.
Per il confezionamento del conglomerato bituminoso per strato di collegamento si farà uso di almeno 4 classi di inerte.
Il tempo di mescolazione dovrà essere quello sufficiente garantire una perfetta omogeneizzazione dei materiali ed un perfetto rivestimento degli inerti da parte del legante bituminoso.
La temperatura del conglomerato bituminoso all'uscita del mescolatore dovrà essere compresa tra 155° e 190°C qualora si utilizzassero i leganti bituminosi di classe (D) ed (E) e compresa tra 150° e 185°C qualora si utilizzassero i leganti di classe (F).
Per garantire le suddette temperature gli impianti dovranno essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

Posa in opera
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 vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento. La Direzione Lavori si riserva la facoltà di poter far variare la tecnologia ritenuta non opportuna.
Le vibrofinitrici dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione localizzata degli elementi litoidi più grossi.
Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali, provvedendo all'applicazione di emulsione bituminosa acida (vedere Paragrafo 31.1.3) per assicurare la saldatura della striscia successiva.
Se il bordo risulta 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 10 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.
Nel caso la lavorazione interessi tratti in cui siano presenti giunti di dilatazione (giunti a tampone, acciaio gomma ecc) per viadotti o ponti, la lavorazione deve essere complanare (mediante fresatura e/o rimozione del conglomerato adiacente al giunto) per avere una superficie viabile con elevate caratteristiche di planarità.
La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la finitrice dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 145°C per conglomerati confezionati con il legante bituminoso di classe (F) e non inferiore ai 150°C per i conglomerati bituminosi confezionati con i leganti di classe (D) ed (E).
La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta esecuzione di tutte le fasi operative.
Gli strati eventualmente compromessi dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Appaltatore.
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 perfettamente funzionanti di idonea tipologia e peso.
Si avrà cura di condurre la compattazione con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare effetti di fessurazioni e scorrimenti nello strato.
Per lo strato di collegamento la miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito dello strato di collegamento o della fondazione solamente dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di questa ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza.
Prima della stesa del conglomerato bituminoso su strati di collegamento, per garantirne il corretto ancoraggio allo strato di base, dovrà essere applicata una mano di attacco costituita da emulsione bituminosa cationica a rapida rottura in ragione della quantità indicata nel Paragrafo 31.1.3..

Trasporto
Il trasporto del conglomerato bituminoso dall'impianto di confezione al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, puliti, efficienti e veloci, sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali e formazione di crostoni. Per la pulizia del cassone del mezzo di trasporto è assolutamente vietato l'utilizzo di gasolio. Dovranno essere utilizzati appositi solventi che non compromettano negativamente le caratteristiche del conglomerato bituminoso.

Verifiche finali
La Direzione Lavori potrà richiedere una verifica delle caratteristiche del conglomerato bituminoso applicato.
La superficie degli strati dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Mediante un'asta rettilinea lunga 4,00 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato dovrà aderirvi uniformemente e sarà tollerato uno scostamento di 5 mm.
Il grado di compattazione (C_{rg}) della pavimentazione deve essere calcolato dalla seguente equazione secondo la norma UNI EN 12697-9:

$C_{rg} = 100 * \rho_{bc}/\rho_{rg}$

dove:

C_{rg} = è il grado di compattazione, in percentuale (%);
ρ_{bc} = Densità di volume del conglomerato prelevato mediante carotatrice meccanica con foretto avente diametro non inferiore ai 100 mm, determinato secondo la norma UNI EN 12697-6 – Procedura A o B. Valore espresso in megagrammi per metro cubo (Mg/m^3);
ρ_{rg} = è la massa volumica di riferimento convenzionale, determinata attraverso l'analisi del conglomerato bituminoso sfuso mediante compattatore giratorio al livello di compattazione di N_{Design}.o Marshall, valore espresso in megagrammi per metro cubo (kg/m^3).
il valore di C_{rg} dovrà essere non inferiore al 98%.
Lo spessore della pavimentazione bituminosa sarà analizzato mediante il prelievo di campioni con carotatrice meccanica avente un foretto con diametro non inferiore ai 150 mm. Lo spessore dello strato sarà determinato mediante la norma UNI EN 12697-29.

Obblighi da parte dell'appaltatore (documentazione Marcatura CE)

La Direzione Lavori si riserva di non accettare il conglomerato bituminoso presentato dall'Appaltatore qualora questo sia sprovvisto della necessaria documentazione attestante la marcatura CE.
Il produttore o il suo rappresentante autorizzato, designato dell'EEA, è responsabile dell'applicazione della marcatura CE. Il simbolo di marcatura CE da applicare deve essere conforme alla Direttiva 93/68/CE e deve figurare sull'etichetta allegata ai documenti commerciali di accompagnamento (DDT). Il simbolo di marcatura CE deve essere accompagnato dalle seguenti informazioni:
- numero di identificazione dell'organismo di certificazione;
- nome o marchio identificativo e indirizzo registrato del produttore;
- le ultime due cifre dell'anno in cui si applica la marcatura;
- numero del certificato CE di conformità e di controllo della produzione;
- riferimento alla presente norma europea;
- descrizione del prodotto: nome generico, materiale, dimensioni e impiego previsto;
- Informazioni delle caratteristiche essenziali rilevanti elencate in Tabella ZA.1. e ZA1b. della norma europea armonizzata UNI EN 13108-1, presentate come i valori dichiarati e, dove rilevanti, livello o classe da dichiarare per ogni caratteristica essenziale, come indicato nelle note alla tabella ZA.1. e ZA.1b.
- "Nessuna prestazione determinata" per requisiti ove ciò sia rilevante.

L'opzione "Nessuna prestazione determinata (NPD) non può essere usata laddove la caratteristica è soggetta ad un livello di soglia. Altrimenti, l'opzione NPD può essere usata quando e dove la caratteristica, per un uso specifico.
I requisiti **obbligatori** che devono apparire nell'Etichetta CE sono:
Temperatura della miscela alla produzione e alla consegna (valori di soglia);
Contenuto minimo di legante (categoria e valore reale);
Composizione granulometrica (valore %);
Qualora i requisiti facoltativi riportino l'opzione "Nessuna prestazione determinata" (NPD), la **Direzione Lavori potrà richiederà** uno Studio della miscela in laboratorio (mix-design) come previsto nelle Norme Tecniche, da presentarsi con congruo anticipo all'inizio dei lavori.

Esempio di una Etichetta CE che deve essere allegata al documento di trasporto o alla bolla di acquisto e fatta avere in copia alla Direzione Lavori. Come designazione della norma potrà essere utilizzata anche la sigla AC al posto di CB.

CE 01234	*Marcatura di conformità CE, composta da:* *Simbolo "CE"- fornito dalla direttiva 93/68/EEC* *Numero di identificazione dell'organismo di certifica*
Nome Ditta, Via....., CAP....Città..... 06 01234-CPD-00234	*Nome o marchio identificativo e indirizzo registrato produttore* *Ultime due cifre dell'anno in cui è stata affissa l marcatura* *Numero del certificato*
EN 13108-1 **Conglomerato Bituminoso per strade, aeroporti e altre aree trafficate** CB 16 BIN BM Nome Impianto (es. euro asphalt plant S24)	*Numero della Normativa europea* *Descrizione del prodotto* *Designazione della norma* *Nome dell'impianto*
Requisiti generali + Requisiti fondamentali	*Codice di identificazione della miscela*
Contenuto di vuoti * – massimo – minimo Sensibilità all'acqua*	*Vmax7* (7,0 %) *Vmin2* (2,0 %) $ITSR_{90}$ (90 %)
Resistenza all'abrasione da pneumatici scolpiti (chiodati)	Abr_{A40} (40ml)
Reazione al fuoco Temperatura della miscela	Euroclass Cfl** da 140 °C a 180 °C
Granulometria	
(passante) setaccio 22,4 mm	100 %
setaccio 16 mm	95 %
setaccio 11,2 mm	88 %
setaccio 5,6 mm	62 %
setaccio 2 mm	40 %
setaccio 0,500 mm	33 %
setaccio 0,250 mm	22 %
setaccio 0,063 mm	5,8 %
Contenuto di legante	$B_{min\ 6,0}$ (6,0 %)
Rigidezza Minima Massima	$S_{min1\ 800}$ (1 800 MPa) $Smax_{9\ 800}$ (9 000 MPa)
Resistenza alla deformazione permanente* Dispositivo largo: profondità di rottura proporzionale	P_5 (5,0 %)
Dispositivo piccolo: ormaiamento	$WTS_{AIR10,0}$ (10 mm)
Dispositivo piccolo: profondità di rottura proporzionale	$PR_{DAIR9,0}$ (9,0%)
Condizioni di prova scelte in accordo con la EN 13108-20	
	e
	Informazioni sulle caratteristiche di legge che dovre coincidere con la Tabella ZA. 1°; tuttavia, il produ può voler dichiarare il valore prestazionale reale aggiunta alla categoria o classe specificata in que documento

31.4.3. Strato di Usura BM

Descrizione
Lo strato di usura BM in conglomerato bituminoso è costituito da un misto granulare, esclusivamente di frantumazione, costituito da una miscela di aggregato grosso, fine e filler impastata a caldo con legante bituminoso modificato di prescritta Classe, previo preriscaldamento degli aggregati, steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con rulli metallici e/o gommati, vibranti o statici perfettamente funzionanti e di idoneo peso.
Gli inerti e il filler impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione secondo ed in conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043 "Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti ed altre aree soggette a traffico". Il conglomerato bituminoso, una volta messo in opera, dovrà conferire una elevata resistenza meccanica allo strato di pavimentazione in modo da sopportare le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli senza subire deformazioni permanenti. Lo spessore dello strato di usura è indicato dalla Direzione Lavori in fase di progetto.

Caratteristiche dei materiali:
Aggregato grosso (frazione superiore ai 2,00 mm)
L'aggregato grosso deve essere conforme alla EN 13043 come appropriato per l'uso specifico.
L'aggregato grosso sarà costituito da inerti frantumati, ghiaie, ghiaie frantumate, pietrischetti e graniglie che potranno essere di provenienza o natura petrografica diversificata, purché rispettino le specifiche prestazionali di seguito richieste.

L'aggregato deve avere dimensioni tali da risultare completamente passante al setaccio da 14 mm;
Il contenuto di fini, passante al setaccio da 0,063 mm (f), secondo la norma UNI EN 933-1, deve risultare inferiore al 1% [f_1],
Il Coefficiente di appiattimento (FI), secondo la norma UNI EN 933-3, deve risultare inferiore al 15% [FI_{15}],
Il Coefficiente di forma (SI), secondo la norma UNI EN 933-4, deve risultare inferiore al 15% [SI_{15}],
La perdita in peso alla prova Los Angeles (LA) secondo la norma UNI EN 1097-2, eseguita sulle singole pezzature, non deve essere superiore al 22% [LA_{25}],
La percentuale di superfici frantumate negli aggregati grossi secondo la norma 933-5 deve essere del 100%.
La resistenza alla levigatezza (PSV) di ogni inerte deve essere maggiore o uguale a 43 (PSV_{44}), secondo la norma UNI EN 1097-8;
La resistenza al gelo/disgelo inferiore o uguale a 1%, secondo la norma UNI EN 1367-1.

Aggregato fino (frazione inferiore ai 2,00 mm)
L'aggregato fino deve essere conforme alla EN 13043 come appropriato per l'uso specifico.
L'aggregato fino sarà costituito da sabbie naturali o provenienti da processi di frantumazione che potranno essere di provenienza o natura petrografica diversificata, purché rispettino le specifiche prestazionali di seguito richieste.

L'equivalente in sabbia, secondo la norma **UNI EN 933-8**, deve essere maggiore del 75%,
L'inerte fino, ai sensi della Norma UNI CEN ISO/TS 17892-12 "Indagini e prove geotecniche - Prove di laboratorio sui terreni - Parte 12: Determinazione dei limiti di Atterberg", deve avere un Limite Liquido e un Limite Plastico non determinabili, e di conseguenza l'inerte deve risultare non plastico.

Additivo filler (frazione inferiore ai 0,063 mm)
L'additivo filler deve essere conforme alla EN 13043 come appropriato per l'uso specifico.
Gli additivi (filler) devono preferibilmente provenire dalla macinazione di rocce di natura calcara e dovranno soddisfare ai seguenti requisiti:
Alla prova UNI EN 933-1 dovranno risultare compresi nei seguenti limiti indicati nella Tabella 19B.

Tabella 19B

Setacci a maglia quadra Apertura maglie in mm	**Passante in peso**	
	Limite inferiore	**Limite superiore**
Setaccio 2,00	100	100
Setaccio 0,125	85	100
Setaccio 0,063	75	100

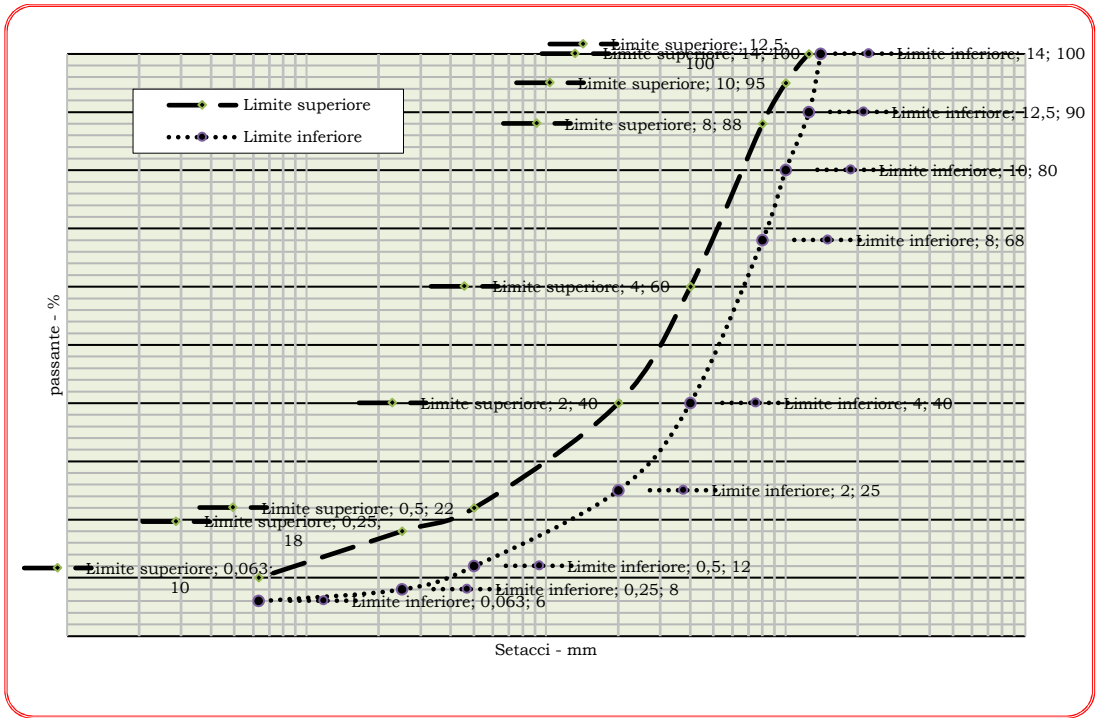
Conglomerato riciclato (fresato bituminoso)
Nel confezionamento del conglomerato bituminoso per strato di usura è possibile l'impiego di conglomerato riciclato fino ad un massimo del 10% in peso sulla miscela di inerti compreso il filler. Dosaggi maggiori potranno essere approvati dalla Direzione Lavori e comunque dovranno essere utilizzati degli additivi chimici funzionali nei dosaggi e metodologie descritte nel Paragrafo 31.2.1. Il conglomerato riciclato (fresato) deve rispondere a quanto prescritto dal Testo Unico Ambientale 152/06.

Composizione granulometrica miscela:
La miscela di inerti utilizzata per il confezionamento del conglomerato bituminoso per strato di usura deve avere andamento continuo ed uniforme concorde a quello delle curve limiti inserite nella Tabella 20B e rappresentati graficamente nel Grafico 20B. La determinazione della composizione granulometrica della miscela deve essere eseguita secondo la norma UNI EN 933-1.

Tabella 20B

Setacci a maglia quadra (serie fondazione + set 2) Apertura maglie in mm	**Passante in peso**	
	Limite inferiore	**Limite superiore**
Setaccio 14	100	100
Setaccio 12,5	90	100
Setaccio 10	80	95
Setaccio 8	68	88
Setaccio 4	40	60
Setaccio 2	25	40
Setaccio 0,5	12	22
Setaccio 0,25	8	18
Setaccio 0,063	6	10

Grafico 20B



Legante bituminoso modificati (bitume BM)
Nel confezionamento dei conglomerati bituminosi per strato di usura devono essere impiegati leganti bituminosi modificati rispondenti alle specifiche tecniche riportate nella Tabella 5 del Paragrafo 31.1.2. La classe del legante bituminoso sarà a discrezione della Direzione Lavori e sarà indicato nel Capitolato Speciale

d'Appalto. Il contenuto minimo di legante bituminoso dovrà essere pari al **5,0% (<u>valore corretto</u>)** sul peso della miscela ($B_{min}5,0$) e comunque dovrà risultare sufficiente a garantire il raggiungimento di tutti i valori prestazionali richiesti alla miscela finale.
Per determinare il contenuto di legante "corretto", il dosaggio di bitume dovrà essere moltiplicato per il fattore $\alpha = 2,650/\rho d$, dove ρd è inteso come la densità del particella di aggregato, in megagrammi per metro cubo (Mg/m^3), determinata secondo la EN 1097-6.

Additivi
Nel confezionamento dei conglomerati bituminosi per strato di usura devono essere impiegati gli additivi come descritto nel Paragrafo 31.2.2.

Studio della miscela in laboratorio (mix-design)
L'Appaltatore dovrà, preliminarmente all'inizio dei lavori, presentare alla Direzione Lavori uno studio della miscela che intende utilizzare. Nello studio dovranno essere riportate tutte le prove prestazionali delle materie prime e della miscela finale. In allegato allo studio l'Appaltatore deve presentare la documentazione attestante la marcatura CE del conglomerato bituminoso.

Prestazioni del conglomerato bituminoso per strato di usura
Le miscele devono essere verificate mediante pressa giratoria per la determinazione dell'analisi volumetrica.
L'analisi volumetrica della miscela di progetto deve essere analizzata mediante l'apparecchiatura pressa giratoria secondo la norma AASHTO T312.

Condizioni di prova (Tabella 21B):
Tabella 21B

Caratteristica	u.m.	Valore
Angolo di rotazione	°gradi	1,25 ± 0,02*
Velocità di rotazione	Rpm	30
Pressione verticale	kPa	600
Dimensioni provino - diametro	mm	100
Quantità materiale	gr	1.450

*La Direzione Lavori potrà accettare anche angoli di rotazione come previsto dalla norma UNI EN 12697-31.

Per l'analisi volumetrica della miscela bituminosa i provini dovranno essere compattati mediante pressa giratoria al un numero di giri totali (N_{max}).
La verifica della % dei vuoti dovrà essere fatta a tre livelli di n° cicli: $N_{iniziale}$, N_{design} e N_{max}.

Il numero dei giri di riferimento con le relative percentuali dei vuoti sono (Tabella 22B):

Tabella 22B

Livello compattazione	Cicli	Vuoti(3)	Gmb(1)/Gmm(2)
	n.	%	%
N_{design}	10	9 ÷ 13	91 ÷ 87
N_{design}	110	3 ÷ 6	97 ÷ 94
N_{max}	190	2 ÷ 5	98 ÷ 95

Densità di volume del conglomerato costipato, secondo la norma UNI EN 12697-6 – Procedura A o B,
Densità massima teorica del conglomerato bituminoso, secondo la norma UNI EN 12697-5 – procedura A,
Vuoti d'aria nei conglomerati bituminosi, secondo la norma UNI EN 12697-8.

Il conglomerato bituminoso per strato di usura dovrà essere testato determinandone la resistenza a trazione indiretta a 25°C secondo la norma UNI EN 12697-23. I provini sottoposti a rottura dovranno essere costipati mediante pressa giratoria ad un livello di compattazione N_{design}.
Per ogni miscela dovranno essere testati non meno di n.3 provini.

I due parametri di riferimento sono Rt (resistenza a trazione indiretta) e CTI (coefficiente di trazione indiretta) (Tabella 23B):

Tabella 23B

Determinazione	u.m.	Valori
Rt (trazione indiretta)	N/mm^2	0,85 ÷ 1,6
CTI (coeff. di trazione indiretta)	N/mm^2	≥ 80

Il contenuto dei vuoti riempiti con bitume (VFB) e i vuoti nell'aggregato minerale (VMA) dei provini saranno determinati in accordo con la norma UNI EN 12697-8, utilizzando la densità di volume e i valori di densità massima teorica, determinati secondo i metodi appropriati dichiarati nell'Allegato B (Tabella 24B).

Tabella 24B

Determinazione	u.m.	Minimo	Massimo
VMA	%	VMAmin12	\
VFB	%	VFBmin65	VFBmax83

La stabilità Marshall (S, P) e la rigidezza Marshall (Q) dei campioni preparati mediante compattatore ad impatto, con una energia di compattazione pari a 75 colpi per ogni faccia, in usura a quanto richiesto nella norma UNI EN 13108-20 (tabella C1), dovrà rispettare quanto richiesto nella Tabella 25B. I Vuoti d'aria nel conglomerati bituminosi saranno determinati secondo la norma UNI EN 12697-8.

Tabella 25B

Determinazione	u.m.	Minimo	Massimo
Stabilità Marshall (S, P)	kN	$S_{min}12,5$	$\underline{P}_{max}NR$
Rigidezza	kN/mm	$Q_{min}2,5$	\
Vuoti	%	$V_{min}3,0$	$V_{max}6$

Confezionamento dei conglomerati bituminosi per strato di usura
Il conglomerato bituminoso sarà confezionato utilizzando impianti fissi automatizzati, aventi idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte. Gli impianti potranno essere sia di tipo tradizionale (continuo) che di tipo discontinuo.
La produzione non dovrà superare la potenzialità produttiva dell'impianto, per garantire una idonea essiccatura degli inerti ed un uniforme riscaldamento della miscela.
L'impianto dovrà comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele rispondenti a quelle di progetto. Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del legante bituminoso alla temperatura richiesta ed indicata dal fornitore, nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo filler.
La zona destinata allo stoccaggio degli inerti dovrà essere priva di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia, e quindi un idoneo rivestimento degli aggregati da parte del legante bituminoso. I diversi cumuli delle diverse classi di inerti devono essere nettamente separati tra di loro e ben riconoscibili per mezzo di idonei cartelli.
Per il confezionamento del conglomerato bituminoso per strato di usura si farà uso di almeno 4 classi di inerte.
Il tempo di mescolazione dovrà essere quello sufficiente garantire una perfetta omogeneizzazione dei materiali ed un perfetto rivestimento degli inerti da parte del legante bituminoso.
La temperatura del conglomerato bituminoso all'uscita del mescolatore dovrà essere compresa tra 155° e 190°C qualora si utilizzassero i leganti bituminosi di classe (D) ed (E) e compresa tra 150° e 185°C qualora si utilizzassero i leganti di classe (F).
Per garantire le suddette temperature gli impianti dovranno essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

Posa in opera
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 vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento. La Direzione Lavori si riserva la facoltà di poter far variare la tecnologia ritenuta non opportuna.

Le vibrofinitrici dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione localizzata degli elementi litoidi più grossi.
Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali, provvedendo all'applicazione di emulsione bituminosa acida (vedere Paragrafo 31.1.3) per assicurare la saldatura della striscia successiva.
Se il bordo risulta 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 10 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.
Nel caso la lavorazione interessi tratti in cui siano presenti giunti di dilatazione (giunti a tampone, acciaio gomma ecc) per viadotti o ponti, la lavorazione deve essere complanare (mediante fresatura e/o rimozione del conglomerato adiacente al giunto) per avere una superficie viabile con elevate caratteristiche di planarità.
La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la finitrice dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 145°C per conglomerati confezionati con il legante bituminoso di classe (F) e non inferiore ai 150°C per i conglomerati bituminosi confezionati con i leganti di classe (D) ed (E).
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 perfettamente funzionanti di idonea tipologia e peso.
Si avrà cura di condurre la compattazione con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare effetti di fessurazioni e scorrimenti nello strato.
Per lo strato di usura la miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito dello strato di usura o della fondazione solamente dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di questa ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza.
Prima della stesa del conglomerato bituminoso su strati di collegamento o strati di base, per garantirne il corretto ancoraggio, dovrà essere applicata una mano di attacco costituita da emulsione bituminosa cationica a rapida rottura in ragione della quantità indicata nel Paragrafo 31.1.3..

Trasporto
Il trasporto del conglomerato bituminoso dall'impianto di confezione al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, puliti, efficienti e veloci, sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali e formazione di crostoni. Per la pulizia del cassone del mezzo di trasporto è assolutamente vietato l'utilizzo di gasolio. Dovranno essere utilizzati appositi solventi eco-compatibili che non compromettano negativamente le caratteristiche del conglomerato bituminoso.

Verifiche finali
La Direzione Lavori potrà richiedere una verifica delle caratteristiche del conglomerato bituminoso applicato.
La superficie degli strati dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Mediante un'asta rettilinea lunga 4,00 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato dovrà aderirvi uniformemente e sarà tollerato uno scostamento di 4 mm.
Il grado di compattazione (C_{rg}) della pavimentazione deve essere calcolato dalla seguente equazione secondo la norma UNI EN 12697-9:

$C_{rg} = 100 * \rho_{bc}/\rho_{rg}$

dove:

C_{rg} = è il grado di compattazione, in percentuale (%);
ρ_{bc} = Densità di volume del conglomerato prelevato mediante carotatrice meccanica con foretto avente diametro non inferiore ai 100 mm, determinato secondo la norma UNI EN 12697-6 – Procedura A o B. Valore espresso in megagrammi per metro cubo (Mg/m^3);
ρ_{rg} = è la massa volumica di riferimento convenzionale, determinata attraverso l'analisi del conglomerato bituminoso sfuso mediante compattatore giratorio al livello di compattazione di N_{Design}.o Marshall, valore espresso in megagrammi per metro cubo (kg/m^3).
il valore di C_{rg} dovrà essere non inferiore al 98%.
Lo spessore della pavimentazione bituminosa sarà analizzato mediante il prelievo di campioni con carotatrice meccanica avente un foretto con diametro non inferiore ai 120 mm. Lo spessore dello strato sarà determinato mediante la norma UNI EN 12697-29.

Il valore dell'aderenza superficiale (PTV) dovrà misurare sempre maggiore di 55 sarà determinato secondo la norma UNI EN 13036-4, non prima che siano trascorsi 15 giorni dall'apertura del traffico veicolare e non oltre i 120 giorni.

Obblighi da parte dell'appaltatore (documentazione Marcatura CE)
La Direzione Lavori si riserva di non accettare il conglomerato bituminoso presentato dall'Appaltatore qualora questo sia sprovvisto della necessaria documentazione attestante la marcatura CE.
Il produttore o il suo rappresentante autorizzato, designato dell'EEA, è responsabile dell'applicazione della marcatura CE. Il simbolo di marcatura CE da applicare deve essere conforme alla Direttiva 93/68/CE e deve figurare sull'etichetta allegata ai documenti commerciali di accompagnamento (DDT). Il simbolo di marcatura CE deve essere accompagnato dalle seguenti informazioni:
- numero di identificazione dell'organismo di certificazione;
- nome o marchio identificativo e indirizzo registrato del produttore;
- le ultime due cifre dell'anno in cui si applica la marcatura;
- numero del certificato CE di conformità e di controllo della produzione;
- riferimento alla presente norma europea;
- descrizione del prodotto: nome generico, materiale, dimensioni e impiego previsto;
- Informazioni delle caratteristiche essenziali rilevanti elencate in Tabella ZA.1. e ZA1b. della norma europea armonizzata UNI EN 13108-1, presentate come i valori dichiarati e, dove rilevanti, livello o classe da dichiarare per ogni caratteristica essenziale, come indicato nelle note alla tabella ZA.1. e ZA.1b.
- "Nessuna prestazione determinata" per requisiti ove ciò sia rilevante.

L'opzione "Nessuna prestazione determinata (NPD) non può essere usata laddove la caratteristica è soggetta ad un livello di soglia. Altrimenti, l'opzione NPD può essere usata quando e dove la caratteristica, per un uso specifico.
I requisiti **obbligatori** che devono apparire nell'Etichetta CE sono:
Temperatura della miscela alla produzione e alla consegna (valori di soglia);
Contenuto minimo di legante (categoria e valore reale);
Composizione granulometrica (valore %);
Qualora i requisiti facoltativi riportino l'opzione "Nessuna prestazione determinata" (NPD), la **Direzione Lavori potrà richiederà** uno Studio della miscela in laboratorio (mix-design) come previsto nelle Norme Tecniche, da presentarsi con congruo anticipo all'inizio dei lavori.

Esempio di una Etichetta CE che deve essere allegata al documento di trasporto o alla bolla di acquisto e fatta avere in copia alla Direzione Lavori. Come designazione della norma potrà essere utilizzata anche la sigla AC al posto di CB.

CE 01234	*Marcatura di conformità CE, composta da:* *Simbolo "CE"- fornito dalla direttiva 93/68/EEC* *Numero di identificazione dell'organismo di certifica*
Nome Ditta, Via....., CAP....Città..... 06 01234-CPD-00234	*Nome o marchio identificativo e indirizzo registrato produttore* *Ultime due cifre dell'anno in cui è stata affissa l marcatura* *Numero del certificato*
EN 13108-1 **Conglomerato Bituminoso per strade, aeroporti e altre aree trafficate** CB 10 SUP BM Nome Impianto (es. euro asphalt plant S24)	*Numero della Normativa europea* *Descrizione del prodotto* *Designazione della norma* *Nome dell'impianto*
Requisiti generali + Requisiti fondamentali	*Codice di identificazione della miscela*
Contenuto di vuoti * – massimo – minimo Sensibilità all'acqua*	 Vmax7 (7,0 %) Vmin2 (2,0 %) $ITSR_{90}$ (90 %)
Resistenza all'abrasione da pneumatici scolpiti (chiodati)	Abr_{A40} (40ml)
Reazione al fuoco Temperatura della miscela	Euroclass Cfl** da 140 °C a 180 °C
Granulometria	
(passante) setaccio 22,4 mm	100 %
setaccio 16 mm	95 %
setaccio 11,2 mm	88 %
setaccio 5,6 mm	62 %
setaccio 2 mm	40 %
setaccio 0,500 mm	33 %
setaccio 0,250 mm	22 %
setaccio 0,063 mm	5,8 %
Contenuto di legante	$B_{min\ 6,0}$ (6,0 %)
Rigidezza Minima Massima	 $S_{min1\ 800}$ (1 800 MPa) $Smax_{9\ 800}$ (9 000 MPa)
Resistenza alla deformazione permanente* Dispositivo largo: profondità di rottura proporzionale	P_5 (5,0 %)
Dispositivo piccolo: ormaiamento	$WTS_{AIR10,0}$ (10 mm)
Dispositivo piccolo: profondità di rottura proporzionale	$PR_{DAIR9,0}$ (9,0%)
Condizioni di prova scelte in accordo con la EN 13108-20	
	e *Informazioni sulle caratteristiche di legge che dovre coincidere con la Tabella ZA. 1°; tuttavia, il produ può voler dichiarare il valore prestazionale reale aggiunta alla categoria o classe specificata in que documento*

31.5. Conglomerati bituminosi Antisdrucciolo (SplittMastixAsphalt)

31.5.1. Strato di Usura Antisdrucciolo (SMA)

Descrizione:
Lo strato di usura Antisdrucciolo (SMA) in conglomerato bituminoso è costituito da un misto granulare, esclusivamente di frantumazione, costituito da una miscela di aggregato grosso, fine e filler impastata a caldo con legante bituminoso modificato di prescritta Classe, previo preriscaldamento degli aggregati, steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con rulli metallici e/o gommati, vibranti o statici perfettamente funzionanti e di idoneo peso. Gli inerti e il filler impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione secondo ed in conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043 "Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti ed altre aree soggette a traffico". Il conglomerato bituminoso, una volta messo in opera, dovrà conferire una elevata resistenza meccanica allo strato di pavimentazione in modo da sopportare le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli senza subire deformazioni permanenti. Lo spessore dello strato di usura Antisdrucciolo è indicato dalla Direzione Lavori in fase di progetto.
Questo tipo di pavimentazione bituminosa viene impiegata prevalentemente a garanzia di:
elevata stabilità meccanica;
elevata resistenza alla deformazione permanente;
elevata rugosità superficiale a medio-bassa tessitura;
minore invecchiamento del legante dovuto alla formazione di uno spesso mastice.

Caratteristiche dei materiali:
Aggregato grosso (frazione superiore ai 2,00 mm)
L'aggregato grosso deve essere conforme alla EN 13043 come appropriato per l'uso specifico.
L'aggregato grosso sarà costituito da inerti frantumati, ghiaie, ghiaie frantumate, pietrischetti e graniglie che potranno essere di provenienza o natura petrografica diversificata, purché rispettino le specifiche prestazionali di seguito richieste.

L'aggregato deve avere dimensioni tali da risultare completamente passante al setaccio da 12,5 mm;
Il contenuto di fini, passante al setaccio da 0,063 mm (f), secondo la norma UNI EN 933-1, deve risultare inferiore al 1% [f_1],
Il Coefficiente di appiattimento (FI), secondo la norma UNI EN 933-3, deve risultare inferiore al 10% [FI_{10}],
Il Coefficiente di forma (SI), secondo la norma UNI EN 933-4, deve risultare inferiore al 15% [SI_{15}],
La perdita in peso alla prova Los Angeles (LA) secondo la norma UNI EN 1097-2, eseguita sulle singole pezzature, non deve essere superiore al 20% [LA_{20}],
La percentuale di superfici frantumate negli aggregati grossi secondo la norma 933-5 deve essere del 100%.
La resistenza alla levigatezza (PSV) di ogni inerte deve essere maggiore o uguale a 45 (PSV_{50}), secondo la norma UNI EN 1097-8;
La resistenza al gelo/disgelo inferiore o uguale a 1%, secondo la norma UNI EN 1367-1.

Aggregato fino (frazione inferiore ai 2,00 mm)
L'aggregato fino deve essere conforme alla EN 13043 come appropriato per l'uso specifico.
L'aggregato fino sarà costituito da sabbie naturali o provenienti da processi di frantumazione che potranno essere di provenienza o natura petrografica diversificata, purché rispettino le specifiche prestazionali di seguito richieste.

L'equivalente in sabbia, secondo la norma UNI EN 933-8, deve essere maggiore del 75%,
L'inerte fino, ai sensi della Norma UNI CEN ISO/TS 17892-12 "Indagini e prove geotecniche - Prove di laboratorio sui terreni - Parte 12: Determinazione dei limiti di Atterberg", deve avere un Limite Liquido e un Limite Plastico non determinabili, e di conseguenza l'inerte deve risultare non plastico.

Additivo filler (frazione inferiore ai 0,063 mm)
L'additivo filler deve essere conforme alla EN 13043 come appropriato per l'uso specifico.
Gli additivi (filler) devono preferibilmente provenire dalla macinazione di rocce di natura calcara e dovranno soddisfare ai seguenti requisiti:

Alla prova UNI EN 933-1 dovranno risultare compresi nei seguenti limiti indicati nella Tabella 33.

Tabella 33

Setacci a maglia quadra Apertura maglie in mm	**Passante in peso**	
	Limite inferiore	**Limite superiore**
Setaccio 2,00	100	100
Setaccio 0,125	85	100
Setaccio 0,063	75	100

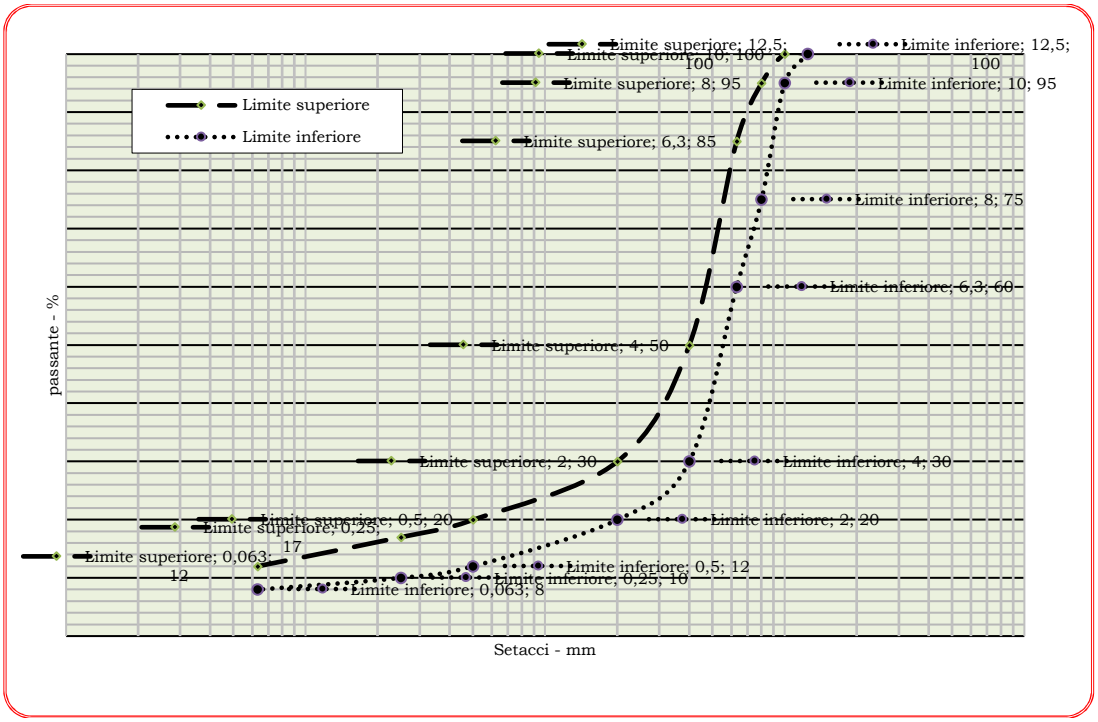
Conglomerato riciclato (fresato bituminoso):
Nel confezionamento del conglomerato bituminoso per strato di usura è possibile l'impiego di conglomerato riciclato fino ad un massimo del 10% in peso sulla miscela di inerti compreso il filler. Il conglomerato riciclato deve rispondere a quanto prescritto dal Testo Unico Ambientale 152/06.

Composizione granulometrica miscela:
La miscela di inerti utilizzata per il confezionamento del conglomerato bituminoso per strato di usura deve avere andamento continuo ed uniforme concorde a quello delle curve limiti inserite nella Tabella 34 e rappresentati graficamente nel Grafico 34. La determinazione della composizione granulometrica della miscela deve essere eseguita secondo la norma UNI EN 933-1.

Tabella 34

Setacci a maglia quadra (serie fondazione + set 2) Apertura maglie in mm	**Passante in peso**	
	Limite inferiore	**Limite superiore**
Setaccio 12,5	100	100
Setaccio 10	95	100
Setaccio 8	75	95
Setaccio 6,3	60	85
Setaccio 4	30	50
Setaccio 2	20	30
Setaccio 0,5	12	20
Setaccio 0,25	10	17
Setaccio 0,063	8	12

Grafico 34



Legante bituminoso modificati (bitume BM):
Nel confezionamento dei conglomerati bituminosi per strato di usura devono essere impiegati leganti bituminosi modificati rispondenti alle specifiche tecniche riportate nella Tabella 5 del Paragrafo 31.1.2. La classe del legante bituminoso modificato dovrà essere della Classe (D) o (E) e sarà indicato nel Capitolato Speciale d'Appalto. Il contenuto minimo di legante bituminoso dovrà essere pari al **6,0% (valore corretto)** sul peso della miscela ($B_{min}6,0$) e comunque dovrà risultare sufficiente a garantire il raggiungimento di tutti i valori prestazionali richiesti alla miscela finale.
Per determinare il contenuto di legante "corretto", il dosaggio di bitume dovrà essere moltiplicato per il fattore $\alpha = 2,650/\rho d$, dove ρd è inteso come la densità del particella di aggregato, in megagrammi per metro cubo (Mg/m^3), determinata secondo la EN 1097-6.

Additivi
Nel confezionamento dei conglomerati bituminosi per strato di usura devono essere impiegati gli additivi come descritto nel Paragrafo 31.2.2 e nel Paragrafo 31.2.3.

Studio della miscela in laboratorio (mix-design)
L'Appaltatore dovrà, preliminarmente all'inizio dei lavori, presentare alla Direzione Lavori uno studio della miscela che intende utilizzare. Nello studio dovranno essere riportate tutte le prove prestazionali delle materie prime e della miscela finale. In allegato allo studio l'Appaltatore deve presentare la documentazione attestante la marcatura CE del conglomerato bituminoso.

Prestazioni del conglomerato bituminoso per strato di usura
Le miscele devono essere verificate mediante pressa giratoria per la determinazione dell'analisi volumetrica.
L'analisi volumetrica della miscela di progetto deve essere analizzata mediante l'apparecchiatura pressa giratoria secondo la norma AASHTO T312.

Condizioni di prova (Tabella 35):
Tabella 35

Caratteristica	u.m.	Valore
Angolo di rotazione	°gradi	1,25 ± 0,02*
Velocità di rotazione	Rpm	30
Pressione verticale	kPa	600
Dimensioni provino - diametro	mm	100
Quantità materiale	gr	1.450

*La Direzione Lavori potrà accettare anche angoli di rotazione come previsto dalla norma UNI EN 12697-31.

Per l'analisi volumetrica della miscela bituminosa i provini dovranno essere compattati mediante pressa giratoria al un numero di giri totali (N_{max}).
La verifica della % dei vuoti dovrà essere fatta a tre livelli di n° cicli: $N_{iniziale}$, N_{design} e N_{max}.

Il numero dei giri di riferimento con le relative percentuali dei vuoti sono (Tabella 36):

Tabella 36

Livello compattazione	Cicli	Vuoti(3)	Gmb(1)/Gmm(2)
	n.	%	%
N_{design}	10	8 ÷ 11	92 ÷ 89
N_{design}	110	3 ÷ 5	97 ÷ 95
N_{max}	190	1 ÷ 4	99 ÷ 96

Densità di volume del conglomerato costipato, secondo la norma UNI EN 12697-6 – Procedura A o B,
Densità massima teorica del conglomerato bituminoso, secondo la norma UNI EN 12697-5 – procedura A,
Vuoti d'aria nei conglomerati bituminosi, secondo la norma UNI EN 12697-8.

Il conglomerato bituminoso per strato di usura dovrà essere testato determinandone la resistenza a trazione indiretta a 25°C secondo la norma UNI EN 12697-23. I provini sottoposti a rottura dovranno essere costipati mediante pressa giratoria ad un livello di compattazione N_{design}.
Per ogni miscela dovranno essere testati non meno di n.3 provini.

I due parametri di riferimento sono Rt (resistenza a trazione indiretta) e CTI (coefficiente di trazione indiretta)(Tabella 37):

Tabella 37

Determinazione	u.m.	Valori
Rt (trazione indiretta)	N/mm^2	0,85 ÷ 1,7
CTI (coeff. di trazione indiretta)	N/mm^2	≥ 80

Il contenuto dei vuoti riempiti con bitume (VFB) dei provini saranno determinati in accordo con la norma UNI EN 12697-8, utilizzando la densità di volume e i valori di densità massima teorica, determinati secondo i metodi appropriati dichiarati nell'Allegato B (Tabella 38).

Tabella 38

Determinazione	u.m.	Minimo	Massimo
VFB	%	VFBmin71	VFBmax86

La stabilità Marshall (S, P) e la rigidezza Marshall (Q) dei campioni preparati mediante compattatore ad impatto, con una energia di compattazione pari a 75 colpi per ogni faccia, in usura a quanto richiesto nella norma UNI EN 13108-20 (tabella C1), dovrà rispettare quanto richiesto nella Tabella 39. I Vuoti d'aria nel conglomerati bituminosi saranno determinati secondo la norma UNI EN 12697-8.

Tabella 39

Determinazione	u.m.	Minimo	Massimo
Stabilità Marshall (S, P)	kN	S_{min}12,5	$\underline{P}_{max}$NR
Rigidezza	kN/mm	Q_{min}3,0	\
Vuoti	%	V_{min}2,0	V_{max}5

Confezionamento dei conglomerati bituminosi per strato di usura tipo Splittmastix:

Il conglomerato bituminoso sarà confezionato utilizzando impianti fissi automatizzati, aventi idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte. Gli impianti potranno essere sia di tipo tradizionale (continuo) che di tipo discontinuo.
La produzione non dovrà superare la potenzialità produttiva dell'impianto, per garantire una idonea essiccatura degli inerti ed un uniforme riscaldamento della miscela.
L'impianto dovrà comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele rispondenti a quelle di progetto. Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del legante bituminoso alla temperatura richiesta ed indicata dal fornitore, nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo filler.
La zona destinata allo stoccaggio degli inerti dovrà essere priva di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia, e quindi un idoneo rivestimento degli aggregati da parte del legante bituminoso. I diversi cumuli delle diverse classi di inerti devono essere nettamente separati tra di loro e ben riconoscibili per mezzo di idonei cartelli.
Per il confezionamento del conglomerato bituminoso per strato di usura si farà uso di almeno 4 classi di inerte.
Il tempo di mescolazione dovrà essere quello sufficiente garantire una perfetta omogeneizzazione dei materiali ed un perfetto rivestimento degli inerti da parte del legante bituminoso.
La temperatura del conglomerato bituminoso all'uscita del mescolatore dovrà essere compresa tra 160° e 195°C.
Per garantire le suddette temperature gli impianti dovranno essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

Posa in opera:
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 vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento. La Direzione Lavori si riserva la facoltà di poter far variare la tecnologia ritenuta non opportuna.
Le vibrofinitrici dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione localizzata degli elementi litoidi più grossi.
Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali, provvedendo all'applicazione di emulsione bituminosa acida (vedere Paragrafo 31.1.3) per assicurare la saldatura della striscia successiva.
Se il bordo risulta 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 10 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.
Nel caso la lavorazione interessi tratti in cui siano presenti giunti di dilatazione (giunti a tampone, acciaio gomma ecc) per viadotti o ponti, la lavorazione deve essere complanare (mediante fresatura e/o rimozione del conglomerato adiacente al giunto) per avere una superficie viabile con elevate caratteristiche di planarità.
La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la finitrice dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 150°C.
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 perfettamente funzionanti di idonea tipologia e peso.
Si avrà cura di condurre la compattazione con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare effetti di fessurazioni e scorrimenti nello strato.
Per lo strato di usura la miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito dello strato di usura o della fondazione solamente dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di questa ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza.
Prima della stesa del conglomerato bituminoso su strati di collegamento o strati di base, per garantirne il corretto ancoraggio, dovrà essere applicata una mano di attacco costituita da emulsione bituminosa cationica a rapida rottura in ragione della quantità indicata nel Paragrafo 31.1.3..

Trasporto
Il trasporto del conglomerato bituminoso dall'impianto di confezione al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, puliti, efficienti e veloci, sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali e formazione di crostoni. Per la pulizia del cassone del mezzo di trasporto è assolutamente vietato l'utilizzo di gasolio. Dovranno essere utilizzati appositi solventi eco-compatibili che non compromettano negativamente le caratteristiche del conglomerato bituminoso.

Verifiche finali
La Direzione Lavori potrà richiedere una verifica delle caratteristiche del conglomerato bituminoso applicato.
La superficie degli strati dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Mediante un'asta rettilinea lunga 4,00 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato dovrà aderirvi uniformemente e sarà tollerato uno scostamento di 4 mm.
Il grado di compattazione (C_{rg}) della pavimentazione deve essere calcolato dalla seguente equazione secondo la norma UNI EN 12697-9:

$C_{rg} = 100 * \rho_{bc}/\rho_{rg}$

dove:

C_{rg} = è il grado di compattazione, in percentuale (%);
ρ_{bc} = Densità di volume del conglomerato prelevato mediante carotatrice meccanica con foretto avente diametro non inferiore ai 120 mm, determinato secondo la norma UNI EN 12697-6 – Procedura A o B. Valore espresso in megagrammi per metro cubo (Mg/m^3);
ρ_{rg} = è la massa volumica di riferimento convenzionale, determinata attraverso l'analisi del conglomerato bituminoso sfuso mediante compattatore giratorio al livello di compattazione di N_{Design}. o Marshall, valore espresso in megagrammi per metro cubo (kg/m^3).
il valore di C_{rg} dovrà essere non inferiore al 98%.
Lo spessore della pavimentazione bituminosa sarà analizzato mediante il prelievo di campioni con carotatrice meccanica avente un foretto con diametro non inferiore ai 120 mm. Lo spessore dello strato sarà determinato mediante la norma UNI EN 12697-29.
Il valore dell'aderenza superficiale (PTV) dovrà misurare sempre maggiore di 58 sarà determinato secondo la norma UNI EN 13036-4, non prima che siano trascorsi 15 giorni dall'apertura del traffico veicolare e non oltre i 120 giorni.

Obblighi da parte dell'appaltatore (documentazione Marcatura CE)
La Direzione Lavori si riserva di non accettare il conglomerato bituminoso presentato dall'Appaltatore qualora questo sia sprovvisto della necessaria documentazione attestante la marcatura CE.
Il produttore o il suo rappresentante autorizzato, designato dell'EEA, è responsabile dell'applicazione della marcatura CE. Il simbolo di marcatura CE da applicare deve essere conforme alla Direttiva 93/68/CE e deve figurare sull'etichetta allegata ai documenti commerciali di accompagnamento (DDT). Il simbolo di marcatura CE deve essere accompagnato dalle seguenti informazioni:
- numero di identificazione dell'organismo di certificazione;
- nome o marchio identificativo e indirizzo registrato del produttore;
- le ultime due cifre dell'anno in cui si applica la marcatura;
- numero del certificato CE di conformità e di controllo della produzione;
- riferimento alla presente norma europea;
- descrizione del prodotto: nome generico, materiale, dimensioni e impiego previsto;
- Informazioni delle caratteristiche essenziali rilevanti elencate in Tabella ZA.1. della norma europea armonizzata UNI EN 13108-5, presentate come i valori dichiarati e, dove rilevanti, livello o classe da dichiarare per ogni caratteristica essenziale, come indicato nelle note alla tabella ZA.1.
- "Nessuna prestazione determinata" per requisiti ove ciò sia rilevante.
L'opzione "Nessuna prestazione determinata (NPD) non può essere usata laddove la caratteristica è soggetta ad un livello di soglia. Altrimenti, l'opzione NPD può essere usata quando e dove la caratteristica, per un uso specifico.
I requisiti **obbligatori** che devono apparire nell'Etichetta CE sono:
Temperatura della miscela alla produzione e alla consegna (valori di soglia);
Contenuto minimo di legante (categoria e valore reale);
Composizione granulometrica (valore %);
Qualora i requisiti facoltativi riportino l'opzione "Nessuna prestazione determinata" (NPD), la **Direzione Lavori potrà richiederà** uno Studio della miscela in laboratorio (mix-design) come previsto nelle Norme Tecniche, da presentarsi con congruo anticipo all'inizio dei lavori.

Esempio di una Etichetta CE che deve essere allegata al documento di trasporto o alla bolla di acquisto e fatta avere in copia alla Direzione Lavori.

CE XXXX
XXXXXX Via XXX n.XX - XXXXXXX 09 Certificato CE di conformità n° XXXXXXXXXX
EN 13108-5 Conglomerato bituminoso antisdrucciolo chiuso SMA 12,5 BM 45/80 (zzzzzzz) Impianto di produzione tipo XXXXXX sito in XXXXXX

31.5.2. Strato di Usura tipo SplittMastixAsphalt "marrone"

Descrizione
Il conglomerato bituminoso per strato di usura tipo SplittmastixAsphalt "marrone" è costituito da un misto granulare, esclusivamente di frantumazione, composto da un aggregato grosso di natura porfirica, da una sabbia e un filler di natura calcarea (secondo le proprietà degli aggregati previste dalla norma UNI EN 13043 e le specifiche della norma UNI EN 13108-5 per i conglomerati bituminosi antisdrucciolo chiuso), impastato a caldo con bitume modificato per uso stradale e pigmentato con un ossido di ferro tale da colorare la miscela bituminosa di marrone, previo preriscaldamento degli aggregati, steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con rulli idonei. Il conglomerato bituminoso, una volta messo in opera, dovrà conferire una elevata resistenza meccanica allo strato della pavimentazione, garantendo una elevata ruvidità superficiale. La speciale composizione garantisce una elevata resistenza alla disgregazione e distacco degli aggregati e la bassa percentuale di vuoti d'aria in opera garantisce una buona protezione all'infiltrazione dell'acqua piovana.

Caratteristiche dei materiali:
Gli aggregati lapidei dovranno essere costituiti da elementi granulari sani, duri, di forma non appiattita, allungata o lenticolare, puliti ed esenti da materiali estranei, così come previsto dalle specifiche di seguito indicate 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 932-1:1998.
Il rispetto dei requisiti di accettazione da parte degli inerti impiegati nel conglomerato bituminoso per strato di usura tipo SplittmastixAsphalt "marrone" dovrà essere verificato sulla base delle prescrizioni contenute nella Tabella 7 della norma CNR B.U. n° 139 del 15 Ottobre 1992, per quanto non espressamente regolato dal presente Capitolato.

Aggregato grosso (frazione superiore ai 2,00 mm)
L'aggregato grosso deve essere conforme alla EN 13043 come appropriato per l'uso specifico.
dovrà essere costituito da frantumato di cava, di forma poliedrica, a spigoli vivi. L'aggregato dovrà essere necessariamente di natura Porfirica. È fondamentale che l'aggregato porfirico sia di colore marrone. L'impresa è tenuta a presentare alla D.L. con congruo anticipo all'inizio dei lavori, un campione dell'aggregato che intende utilizzare. L'idoneità del colore sarà a discrezione della Direzione Lavori.
L'aggregato che si intende impiegare dovrà soddisfare i seguenti requisiti:

Quantità di frantumato: il 100% del materiale, secondo norma UNI EN 933-5 è rappresentato da aggregato totalmente frantumato: C100/0;
L'aggregato deve avere dimensioni tali da risultare completamente passante al setaccio da 12,5 mm;
perdita in peso alla prova Los Angeles, eseguita secondo la Norma UNI EN 1097-2, inferiore 22%;
sensibilità al gelo, determinata secondo la Norma UNI EN 1367-1, non superiore al 20%;
il contenuto di rocce tenere, alterate o scistose, e di rocce degradabili, ai sensi della Norma UNI EN 932-3, nullo;

l'indice di forma, secondo la Norma UNI EN 933-4, deve essere inferiore al 18%: SI18;
l'indice di appiattimento, secondo la Norma UNI EN 933-3, deve essere inferiore al 20%: FL20;
la porosità dei granuli delle singole pezzature, secondo la norma CNR B.U. n° 65 del 18 Maggio 1978, deve essere inferiore all'1,5%;
il coefficiente di levigabilità accelerata (CLA) delle graniglie, secondo la Norma UNI EN 1097, deve essere non inferiore a 0,45 PSV (PSV_{50});
l'assorbimento di acqua, secondo la norma UNI EN 1097-6, deve essere inferiore al 1%.

Aggregato fino (frazione inferiore ai 2,00 mm)
L'aggregato fino deve essere conforme alla EN 13043 come appropriato per l'uso specifico.
Deve essere costituito da sabbie di frantumazione di natura calcarea. Dovrà inoltre rispondere al seguente requisito:

Equivalente in sabbia, determinato secondo la Norma UNI EN 933-8, non inferiore al 70%.
L'inerte fino, ai sensi della Norma UNI CEN ISO/TS 17892-12 "Indagini e prove geotecniche - Prove di laboratorio sui terreni - Parte 12: Determinazione dei limiti di Atterberg", deve avere un Limite Liquido e un Limite Plastico non determinabili, e di conseguenza l'inerte deve risultare non plastico.

Additivo filler (frazione inferiore ai 0,063 mm)
L'additivo filler deve essere conforme alla EN 13043 come appropriato per l'uso specifico.
Gli additivi (filler) devono preferibilmente provenire dalla macinazione di rocce di natura calcara e dovranno soddisfare ai seguenti requisiti:
Alla prova UNI EN 933-1 dovranno risultare compresi nei seguenti limiti indicati nella Tabella 46.

Tabella 46

Setacci a maglia quadra Apertura maglie in mm	**Passante in peso**	
	Limite inferiore	**Limite superiore**
Setaccio 2,00	100	100
Setaccio 0,125	85	100
Setaccio 0,063	75	100

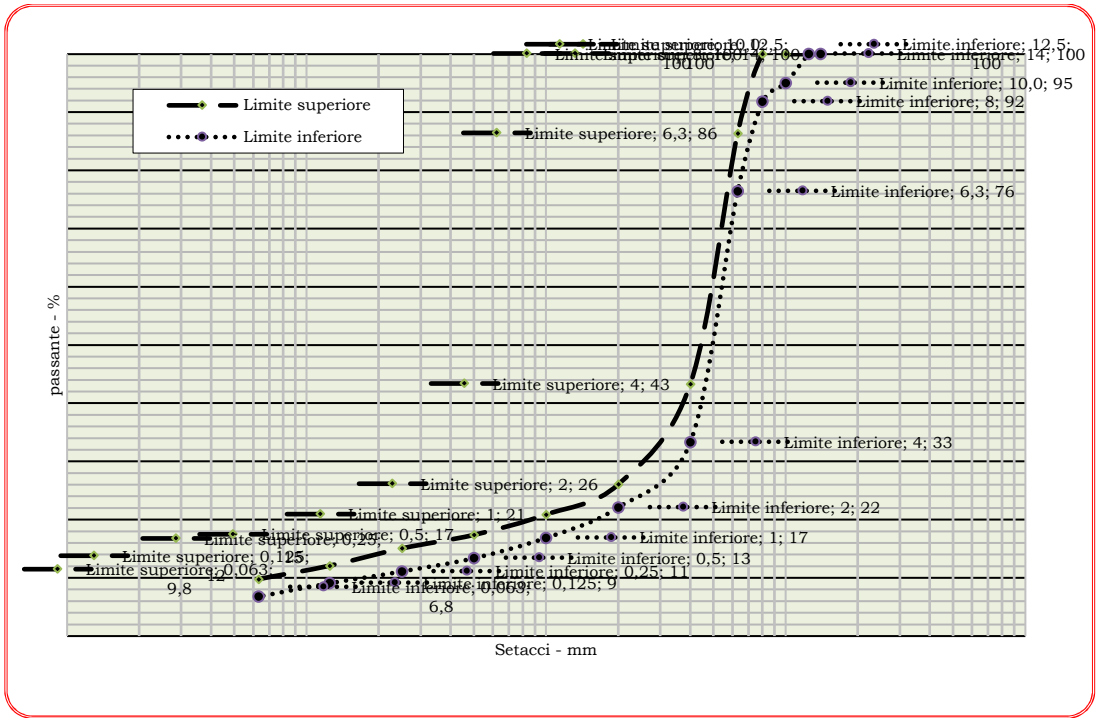
Conglomerato riciclato (fresato bituminoso):
Nel confezionamento del conglomerato bituminoso per strato di usura drenante fonoassorbente non è consentito l'impiego di conglomerato riciclato.

Composizione granulometrica miscela:
La miscela di inerti utilizzata per il confezionamento del conglomerato bituminoso per strato di usura deve avere andamento continuo ed uniforme concorde a quello delle curve limiti inserite nella Tabella 47 e rappresentati graficamente nel Grafico 47. La determinazione della composizione granulometrica della miscela deve essere eseguita secondo la norma UNI EN 933-1.

Tabella 47

Setacci a maglia quadra (serie fondazione + set 2) Apertura maglie in mm	**Passante in peso**	
	Limite inferiore	**Limite superiore**
Setaccio 12,5	100,0	100,0
Setaccio 10	95,0	100,0
Setaccio 8	91,8	100,0
Setaccio 4	33,3	43,3
Setaccio 2	22,1	26,1
Setaccio 1	16,9	20,9
Setaccio 0,5	13,4	17,4
Setaccio 0,25	11,1	15,1
Setaccio 0,125	9,1	12,1
Setaccio 0,063	6,8	9,8

Grafico 47



Legante bituminoso modificati (bitume BM):
Nel confezionamento dei conglomerati bituminosi per strato di usura devono essere impiegati leganti bituminosi modificati rispondenti alle specifiche tecniche riportate nella Tabella 5 del Paragrafo 31.1.2. La classe del legante bituminoso modificato dovrà essere della Classe (D) o (E) e sarà indicato nel Capitolato Speciale d'Appalto. Il contenuto minimo di legante bituminoso dovrà essere pari al **6,4% (valore corretto)** sul peso della miscela (B_{min}6,4) e comunque dovrà risultare sufficiente a garantire il raggiungimento di tutti i valori prestazionali richiesti alla miscela finale.
Per determinare il contenuto di legante "corretto", il dosaggio di bitume dovrà essere moltiplicato per il fattore $\alpha = 2{,}650/\rho d$, dove ρd è inteso come la densità del particella di aggregato, in megagrammi per metro cubo (Mg/m^3), determinata secondo la EN 1097-6.

Additivi:
Nel confezionamento dei conglomerati bituminosi per strato di usura devono essere impiegati gli additivi come descritto nel Paragrafo 31.2.2 e nel Paragrafo 31.2.3.
Inoltre nel confezionamento del conglomerato dovrà essere utilizzato uno speciale pigmento colorante.

Il pigmento colorante dovrà rispondere alle seguente caratteristiche:
Stato fisico: solido, polvere,
Composizione: Ossido di ferro,
Colore: arancio,
Solubilità in acqua: insolubile,
Densità: > 3,5 gr/cm3 - < 5,0 cm/cm3,
Punto di fusione: > 900°C
Punto di infiammabilità: non infiammabile.

Il pigmento dovrà essere dosato ed aggiunto direttamente nel mescolatore dell'impianto di produzione del conglomerato bituminoso. Il pigmento dovrà essere aggiunto con un dosaggio compreso tra il 3,0% e il 4,0% in peso sulla miscela di aggregati (filler incluso).
L'aggiunta dovrà avvenire direttamente nel mescolatore dell'impianto di produzione solo dopo che tutti gli aggregati sono stati rivestiti perfettamente dal legante bituminoso.
Il tempo di mescolazione dovrà essere regolato e prolungato fino all'ottenimento di una miscela bituminosa colorata perfettamente omogenea.

Studio della miscela in laboratorio (mix-design):
L'Appaltatore dovrà, preliminarmente all'inizio dei lavori, presentare alla Direzione Lavori uno studio della miscela che intende utilizzare. Nello studio dovranno essere riportate tutte le prove prestazionali delle materie

prime e della miscela finale. In allegato allo studio l'Appaltatore deve presentare la documentazione attestante la marcatura CE del conglomerato bituminoso.

Prestazioni del conglomerato bituminoso per strato di usura

Il conglomerato bituminoso SplittMastixAsphalt "marrone" dovrà avere i requisiti di seguito descritti:

1) il valore della stabilità Marshall, secondo la Norma UNI EN 12697-34, determinata su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare S superiore a 12.0 kN;
2) il valore dello scorrimento Marshall, secondo la Norma UNI EN 12697-34, determinato sugli stessi provini utilizzati per la valutazione della Stabilità, dovrà risultare compreso fra 2 e 4 mm;
3) il valore della rigidezza Marshall, dato dal rapporto fra Stabilità e Scorrimento determinati nel corso della medesima prova e sui provini di cui a 1) e 2), dovrà essere superiore a 3.0 kN/mm;
4) la percentuale di vuoti residui Vmin2–Vmax4 determinata sui provini Marshall dovrà risultare non inferiore al 2,0%, né superiore al 4,0%;
5) la percentuale minima dei vuoti della miscela di aggregati riempita da bitume dovrà essere pari al 74% VFBmin74.
6) la valutazione dell'effetto di immersione in acqua ITSR90 (resistenza a trazione indiretta dopo immersione) -Norma UNI EN 12697-12- dovrà essere >90%;
7) la resistenza a trazione indiretta a 25 °C, secondo la Norma UNI EN 12697-34, deve essere non inferiore a 0.5 N/mm2 (5 daN/cm2). La resistenza a trazione indiretta a 25 °C, secondo la Norma UNI EN 12697-34 determinata sui provini addensati con il pestello Marshall con 75 colpi per ogni faccia dovrà risultare >0.9 N/mm2;
8) la densità delle carote prelevate a distanza di 7gg dalla stesa dovrà essere non inferiore al 98% della densità Marshall ottenuta sui campioni di conglomerato bituminoso prelevato durante la fase di stesa.

I provini per le misure di stabilità, rigidezza, porosità e trazione indiretta saranno confezionati con il conglomerato bituminoso utilizzato per la realizzazione della pavimentazione. La preparazione dei campioni di prova avverrà:
- presso il Laboratorio incaricato dalla Direzione Lavori, per quanto concerne le prove di verifica da eseguirsi sul materiale prelevato all'atto della stesa.
Le temperatura di confezionamento della miscela e di costipamento dell'impasto saranno quelle prescritte dalle indicazioni del fornitore del bitume modificato per il confezionamento e il costipamento dei provini Marshall. In ogni caso, la temperatura di confezionamento dovrà essere non inferiore a 170 °C, mentre quella di compattazione dovrà essere almeno pari a quella di stesa, ma comunque non inferiore a 145 °C.

Confezionamento dei conglomerati bituminosi per strato di usura tipo Splittmastix "marrone":
Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi automatizzati, 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.
La zona destinata allo stoccaggio degli inerti sarà preventivamente e convenientemente preparata per evitare 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 degli alimentatori dovrà eseguirsi con la massima cura.
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.
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 prima e del pigmento colorante dopo.

La temperatura degli aggregati all'atto della mescolazione dovrà essere compresa tra 160 e 190° C, come quella del legante (che comunque non dovrà essere inferiore a quella dell'inerte), 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
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 vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento. La Direzione Lavori si riserva la facoltà di poter far variare la tecnologia ritenuta non opportuna.
Le vibrofinitrici dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione localizzata degli elementi litoidi più grossi.
Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali, provvedendo all'applicazione di emulsione bituminosa acida (vedere Paragrafo 31.1.3) per assicurare la saldatura della striscia successiva.
Se il bordo risulta 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 10 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.
Nel caso la lavorazione interessi tratti in cui siano presenti giunti di dilatazione (giunti a tampone, acciaio gomma ecc) per viadotti o ponti, la lavorazione deve essere complanare (mediante fresatura e/o rimozione del conglomerato adiacente al giunto) per avere una superficie viabile con elevate caratteristiche di planarità.
La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la finitrice dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 150°C.
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 perfettamente funzionanti di idonea tipologia e peso.
Si avrà cura di condurre la compattazione con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare effetti di fessurazioni e scorrimenti nello strato.
Per lo strato di usura la miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito dello strato di usura o della fondazione solamente dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di questa ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza.
Prima della stesa del conglomerato bituminoso su strati di collegamento o strati di base, per garantirne il corretto ancoraggio, dovrà essere applicata una mano di attacco costituita da emulsione bituminosa cationica a rapida rottura in ragione della quantità indicata nel Paragrafo 31.1.3..

Trasporto
Il trasporto del conglomerato bituminoso dall'impianto di confezione al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, puliti, efficienti e veloci, sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali e formazione di crostoni. Per la pulizia del cassone del mezzo di trasporto è assolutamente vietato l'utilizzo di gasolio. Dovranno essere utilizzati appositi solventi eco-compatibili che non compromettano negativamente le caratteristiche del conglomerato bituminoso.

Verifiche finali
La Direzione Lavori potrà richiedere una verifica delle caratteristiche del conglomerato bituminoso applicato.
La superficie degli strati dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Mediante un'asta rettilinea lunga 4,00 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato dovrà aderirvi uniformemente e sarà tollerato uno scostamento di 4 mm.
Il grado di compattazione (C_{rg}) della pavimentazione deve essere calcolato dalla seguente equazione secondo la norma UNI EN 12697-9:

$C_{rg} = 100 * \rho_{bc}/\rho_{rg}$

dove:

C_{rg} = è il grado di compattazione, in percentuale (%);
ρ_{bc} = Densità di volume del conglomerato prelevato mediante carotatrice meccanica con foretto avente diametro non inferiore ai 120 mm, determinato secondo la norma UNI EN 12697-6 – Procedura A o B. Valore espresso in megagrammi per metro cubo (Mg/m^3);

ρ_{rg} = è la massa volumica di riferimento convenzionale, determinata attraverso l'analisi del conglomerato bituminoso sfuso mediante compattatore giratorio al livello di compattazione di N_{Design}. Valore espresso in megagrammi per metro cubo (kg/m^3).
il valore di C_{rg} dovrà essere non inferiore al 98%.
Lo spessore della pavimentazione bituminosa sarà analizzato mediante il prelievo di campioni con carotatrice meccanica avente un foretto con diametro non inferiore ai 120 mm. Lo spessore dello strato sarà determinato mediante la norma UNI EN 12697-29.
Il valore dell'aderenza superficiale (PTV) dovrà misurare sempre maggiore di 58 sarà determinato secondo la norma UNI EN 13036-4, non prima che siano trascorsi 15 giorni dall'apertura del traffico veicolare e non oltre i 120 giorni.

Obblighi da parte dell'appaltatore (documentazione Marcatura CE)
La Direzione Lavori si riserva di non accettare il conglomerato bituminoso presentato dall'Appaltatore qualora questo sia sprovvisto della necessaria documentazione attestante la marcatura CE.
Il produttore o il suo rappresentante autorizzato, designato dell'EEA, è responsabile dell'applicazione della marcatura CE. Il simbolo di marcatura CE da applicare deve essere conforme alla Direttiva 93/68/CE e deve figurare sull'etichetta allegata ai documenti commerciali di accompagnamento (DDT). Il simbolo di marcatura CE deve essere accompagnato dalle seguenti informazioni:
- numero di identificazione dell'organismo di certificazione;
- nome o marchio identificativo e indirizzo registrato del produttore;
- le ultime due cifre dell'anno in cui si applica la marcatura;
- numero del certificato CE di conformità e di controllo della produzione;
- riferimento alla presente norma europea;
- descrizione del prodotto: nome generico, materiale, dimensioni e impiego previsto;
- Informazioni delle caratteristiche essenziali rilevanti elencate in Tabella ZA.1. della norma europea armonizzata UNI EN 13108-5, presentate come i valori dichiarati e, dove rilevanti, livello o classe da dichiarare per ogni caratteristica essenziale, come indicato nelle note alla tabella ZA.1.
- "Nessuna prestazione determinata" per requisiti ove ciò sia rilevante.
L'opzione "Nessuna prestazione determinata (NPD) non può essere usata laddove la caratteristica è soggetta ad un livello di soglia. Altrimenti, l'opzione NPD può essere usata quando e dove la caratteristica, per un uso specifico.
I requisiti **obbligatori** che devono apparire nell'Etichetta CE sono:
Temperatura della miscela alla produzione e alla consegna (valori di soglia);
Contenuto minimo di legante (categoria e valore reale);
Composizione granulometrica (valore %);
Qualora i requisiti facoltativi riportino l'opzione "Nessuna prestazione determinata" (NPD), la **Direzione Lavori potrà richiederà** uno Studio della miscela in laboratorio (mix-design) come previsto nelle Norme Tecniche, da presentarsi con congruo anticipo all'inizio dei lavori.

Esempio di una Etichetta CE che deve essere allegata al documento di trasporto o alla bolla di acquisto e fatta avere in copia alla Direzione Lavori.

CE XXXX
XXXXXX Via XXX n.XX - XXXXXXX 09 Certificato CE di conformità n° XXXXXXXXXX
EN 13108-5 Conglomerato bituminoso antisdrucciolo chiuso SMA 10 BM 45/80 (zzzzzzz) Impianto di produzione tipo XXXXXX sito in XXXXXX

31.5.3. Strato di Usura tipo SplittMastixAsphalt “rosso”

Descrizione
Il conglomerato bituminoso per strato di usura tipo SplittmastixAsphalt “rosso” è costituito da un misto granulare, esclusivamente di frantumazione, composto da un aggregato grosso di natura porfirica, da una sabbia e un filler di natura calcarea (secondo le proprietà degli aggregati previste dalla norma UNI EN 13043 e le specifiche della norma UNI EN 13108-5 per i conglomerati bituminosi antisdrucciolo chiuso), impastato a caldo con bitume modificato per uso stradale e pigmentato con un ossido di ferro tale da colorare la miscela bituminosa di marrone, previo preriscaldamento degli aggregati, steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con rulli idonei. Il conglomerato bituminoso, una volta messo in opera, dovrà conferire una elevata resistenza meccanica allo strato della pavimentazione, garantendo una elevata ruvidità superficiale. La speciale composizione garantisce una elevata resistenza alla disgregazione e distacco degli aggregati e la bassa percentuale di vuoti d’aria in opera garantisce una buona protezione all’infiltrazione dell’acqua piovana.

Caratteristiche dei materiali:
Gli aggregati lapidei dovranno essere costituiti da elementi granulari sani, duri, di forma non appiattita, allungata o lenticolare, puliti ed esenti da materiali estranei, così come previsto dalle specifiche di seguito indicate 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 932-1:1998.
Il rispetto dei requisiti di accettazione da parte degli inerti impiegati nel conglomerato bituminoso per strato di usura tipo SplittmastixAsphalt “rosso” dovrà essere verificato sulla base delle prescrizioni contenute nella Tabella 7 della norma CNR B.U. n° 139 del 15 Ottobre 1992, per quanto non espressamente regolato dal presente Capitolato.

Aggregato grosso (frazione superiore ai 2,00 mm)
L’aggregato grosso deve essere conforme alla EN 13043 come appropriato per l’uso specifico.
dovrà essere costituito da frantumato di cava, di forma poliedrica, a spigoli vivi. L’aggregato dovrà essere necessariamente di natura Porfirica. È fondamentale che l’aggregato porfirico abbia una colorazione tendente al rosso. L’impresa è tenuta a presentare alla D.L. con congruo anticipo all’inizio dei lavori, un campione dell’aggregato che intende utilizzare. L’idoneità del colore sarà a discrezione della Direzione Lavori.
L’aggregato che si intende impiegare dovrà soddisfare i seguenti requisiti:

Quantità di frantumato: il 100% del materiale, secondo norma UNI EN 933-5 è rappresentato da aggregato totalmente frantumato: C100/0;
L’aggregato deve avere dimensioni tali da risultare completamente passante al setaccio da 12,5 mm;
perdita in peso alla prova Los Angeles, eseguita secondo la Norma UNI EN 1097-2, inferiore 22%;
sensibilità al gelo, determinata secondo la Norma UNI EN 1367-1, non superiore al 20%;
il contenuto di rocce tenere, alterate o scistose, e di rocce degradabili, ai sensi della Norma UNI EN 932-3, nullo;
l’indice di forma, secondo la Norma UNI EN 933-4, deve essere inferiore al 18%: SI18;
l’indice di appiattimento, secondo la Norma UNI EN 933-3, deve essere inferiore al 20%: FL20;
la porosità dei granuli delle singole pezzature, secondo la norma CNR B.U. n° 65 del 18 Maggio 1978, deve essere inferiore all’1,5%;
il coefficiente di levigabilità accelerata (CLA) delle graniglie, secondo la Norma UNI EN 1097, deve essere non inferiore a 0,45 PSV (PSV_{50});
l’assorbimento di acqua, secondo la norma UNI EN 1097-6, deve essere inferiore al 1%.

Aggregato fino (frazione inferiore ai 2,00 mm)
L’aggregato fino deve essere conforme alla EN 13043 come appropriato per l’uso specifico.
Deve essere costituito da sabbie di frantumazione di natura calcarea. Dovrà inoltre rispondere al seguente requisito:

Equivalente in sabbia, determinato secondo la Norma UNI EN 933-8, non inferiore al 70%.
L’inerte fino, ai sensi della Norma UNI CEN ISO/TS 17892-12 “Indagini e prove geotecniche - Prove di laboratorio sui terreni - Parte 12: Determinazione dei limiti di Atterberg”, deve avere un Limite Liquido e un Limite Plastico non determinabili, e di conseguenza l’inerte deve risultare non plastico.

Additivo filler (frazione inferiore ai 0,063 mm)
L’additivo filler deve essere conforme alla EN 13043 come appropriato per l’uso specifico.

Gli additivi (filler) devono preferibilmente provenire dalla macinazione di rocce di natura calcara e dovranno soddisfare ai seguenti requisiti:
Alla prova UNI EN 933-1 dovranno risultare compresi nei seguenti limiti indicati nella Tabella 48.

Tabella 48

Setacci a maglia quadra Apertura maglie in mm	**Passante in peso**	
	Limite inferiore	**Limite superiore**
Setaccio 2,00	100	100
Setaccio 0,125	85	100
Setaccio 0,063	75	100

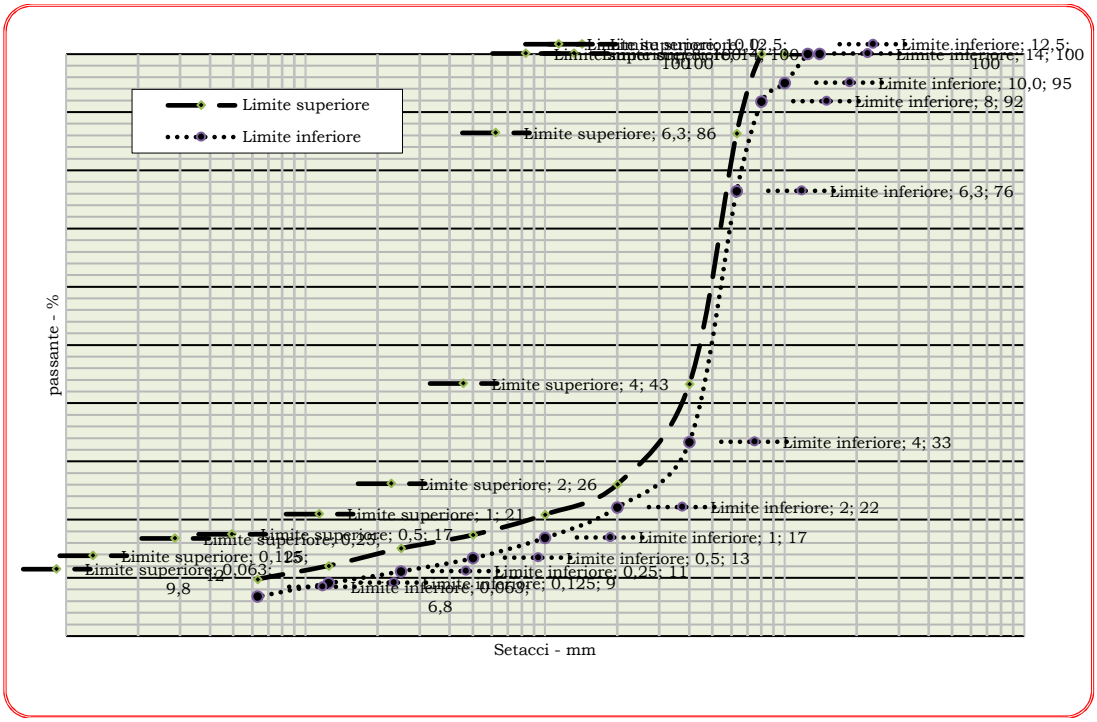
Conglomerato riciclato (fresato bituminoso):
Nel confezionamento del conglomerato bituminoso per strato di usura drenante fonoassorbente non è consentito l'impiego di conglomerato riciclato.

Composizione granulometrica miscela:
La miscela di inerti utilizzata per il confezionamento del conglomerato bituminoso per strato di usura deve avere andamento continuo ed uniforme concorde a quello delle curve limiti inserite nella Tabella 49 e rappresentati graficamente nel Grafico 49. La determinazione della composizione granulometrica della miscela deve essere eseguita secondo la norma UNI EN 933-1.

Tabella 49

Setacci a maglia quadra (serie fondazione + set 2) Apertura maglie in mm	**Passante in peso**	
	Limite inferiore	**Limite superiore**
Setaccio 12,5	100,0	100,0
Setaccio 10	95,0	100,0
Setaccio 8	91,8	100,0
Setaccio 4	33,3	43,3
Setaccio 2	22,1	26,1
Setaccio 1	16,9	20,9
Setaccio 0,5	13,4	17,4
Setaccio 0,25	11,1	15,1
Setaccio 0,125	9,1	12,1
Setaccio 0,063	6,8	9,8

Grafico 49



Legante bituminoso modificati (bitume BM):
Nel confezionamento dei conglomerati bituminosi per strato di usura devono essere impiegati leganti bituminosi modificati rispondenti alle specifiche tecniche riportate nella Tabella 5 del Paragrafo 31.1.2. La classe del legante bituminoso modificato dovrà essere della Classe (D) o (E) e sarà indicato nel Capitolato Speciale d'Appalto. Il contenuto minimo di legante bituminoso dovrà essere pari al **6,4% (valore corretto)** sul peso della miscela ($B_{min}6,4$) e comunque dovrà risultare sufficiente a garantire il raggiungimento di tutti i valori prestazionali richiesti alla miscela finale.
Per determinare il contenuto di legante "corretto", il dosaggio di bitume dovrà essere moltiplicato per il fattore $\alpha = 2,650/\rho d$, dove ρd è inteso come la densità del particella di aggregato, in megagrammi per metro cubo (Mg/m^3), determinata secondo la EN 1097-6.

Additivi:
Nel confezionamento dei conglomerati bituminosi per strato di usura devono essere impiegati gli additivi come descritto nel Paragrafo 31.2.2 e nel Paragrafo 31.2.3.
Inoltre nel confezionamento del conglomerato dovrà essere utilizzato uno speciale pigmento colorante.

Il pigmento colorante dovrà rispondere alle seguente caratteristiche:
Stato fisico: solido, polvere,
Contenuto di Fe2O3: maggiore del 92% (ISO 1248),
Colore: rosso,
Densità assoluta: > 4,0 gr/cm3 - < 5,0 cm/cm3 (ISO 787/10),
Stabilità al calore: > 500°C,
residuo al setaccio da 0,045 mm: inferiore allo 0,5% (ISO 787/7)
Ph: compreso tra 4 – 8 (ISO 787/9),
assorbimento di olio: compresa tra 20 – 30 % (ISO 787/5)
Punto di infiammabilità: non infiammabile.

Il pigmento dovrà essere dosato ed aggiunto direttamente nel mescolatore dell'impianto di produzione del conglomerato bituminoso. Il pigmento dovrà essere aggiunto con un dosaggio compreso tra il 4,0% e il 6,0% in peso sulla miscela di aggregati (filler incluso).
L'aggiunta dovrà avvenire direttamente nel mescolatore dell'impianto di produzione solo dopo che tutti gli aggregati sono stati rivestiti perfettamente dal legante bituminoso.
Il tempo di mescolazione dovrà essere regolato e prolungato fino all'ottenimento di una miscela bituminosa colorata perfettamente omogenea.

Studio della miscela in laboratorio (mix-design):

L'Appaltatore dovrà, preliminarmente all'inizio dei lavori, presentare alla Direzione Lavori uno studio della miscela che intende utilizzare. Nello studio dovranno essere riportate tutte le prove prestazionali delle materie prime e della miscela finale. In allegato allo studio l'Appaltatore deve presentare la documentazione attestante la marcatura CE del conglomerato bituminoso.

Prestazioni del conglomerato bituminoso per strato di usura

Il conglomerato bituminoso SplittMastixAsphalt "rosso" dovrà avere i requisiti di seguito descritti:

1) il valore della stabilità Marshall, secondo la Norma UNI EN 12697-34, determinata su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare S superiore a 12.0 kN;
2) il valore dello scorrimento Marshall, secondo la Norma UNI EN 12697-34, determinato sugli stessi provini utilizzati per la valutazione della Stabilità, dovrà risultare compreso fra 2 e 4 mm;
3) il valore della rigidezza Marshall, dato dal rapporto fra Stabilità e Scorrimento determinati nel corso della medesima prova e sui provini di cui a 1) e 2), dovrà essere superiore a 3.0 kN/mm;
4) la percentuale di vuoti residui Vmin2–Vmax4 determinata sui provini Marshall dovrà risultare non inferiore al 2,0%, né superiore al 4,0%;
5) la percentuale minima dei vuoti della miscela di aggregati riempita da bitume dovrà essere pari al 74% VFBmin74.
6) la valutazione dell'effetto di immersione in acqua ITSR90 (resistenza a trazione indiretta dopo immersione) -Norma UNI EN 12697-12- dovrà essere >90%;
7) la resistenza a trazione indiretta a 25 °C, secondo la Norma UNI EN 12697-34, deve essere non inferiore a 0.5 N/mm2 (5 daN/cm2). La resistenza a trazione indiretta a 25 °C, secondo la Norma UNI EN 12697-34 determinata sui provini addensati con il pestello Marshall con 75 colpi per ogni faccia dovrà risultare >0.9 N/mm2;
8) la densità delle carote prelevate a distanza di 7gg dalla stesa dovrà essere non inferiore al 98% della densità Marshall ottenuta sui campioni di conglomerato bituminoso prelevato durante la fase di stesa.

I provini per le misure di stabilità, rigidezza, porosità e trazione indiretta saranno confezionati con il conglomerato bituminoso utilizzato per la realizzazione della pavimentazione. La preparazione dei campioni di prova avverrà:
- presso il Laboratorio incaricato dalla Direzione Lavori, per quanto concerne le prove di verifica da eseguirsi sul materiale prelevato all'atto della stesa.
Le temperatura di confezionamento della miscela e di costipamento dell'impasto saranno quelle prescritte dalle indicazioni del fornitore del bitume modificato per il confezionamento e il costipamento dei provini Marshall. In ogni caso, la temperatura di confezionamento dovrà essere non inferiore a 170 °C, mentre quella di compattazione dovrà essere almeno pari a quella di stesa, ma comunque non inferiore a 145 °C.

Confezionamento dei conglomerati bituminosi per strato di usura tipo Splittmastix "rosso":
Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi automatizzati, 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.
La zona destinata allo stoccaggio degli inerti sarà preventivamente e convenientemente preparata per evitare 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 degli alimentatori dovrà eseguirsi con la massima cura.
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.
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 prima e del pigmento colorante dopo.

La temperatura degli aggregati all'atto della mescolazione dovrà essere compresa tra 160 e 190° C, come quella del legante (che comunque non dovrà essere inferiore a quella dell'inerte), 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
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 vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento. La Direzione Lavori si riserva la facoltà di poter far variare la tecnologia ritenuta non opportuna.
Le vibrofinitrici dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione localizzata degli elementi litoidi più grossi.
Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali, provvedendo all'applicazione di emulsione bituminosa acida (vedere Paragrafo 31.1.3) per assicurare la saldatura della striscia successiva.
Se il bordo risulta 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 10 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.
Nel caso la lavorazione interessi tratti in cui siano presenti giunti di dilatazione (giunti a tampone, acciaio gomma ecc) per viadotti o ponti, la lavorazione deve essere complanare (mediante fresatura e/o rimozione del conglomerato adiacente al giunto) per avere una superficie viabile con elevate caratteristiche di planarità.
La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la finitrice dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 150°C.
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 perfettamente funzionanti di idonea tipologia e peso.
Si avrà cura di condurre la compattazione con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare effetti di fessurazioni e scorrimenti nello strato.
Per lo strato di usura la miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito dello strato di usura o della fondazione solamente dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di questa ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza.
Prima della stesa del conglomerato bituminoso su strati di collegamento o strati di base, per garantirne il corretto ancoraggio, dovrà essere applicata una mano di attacco costituita da emulsione bituminosa cationica a rapida rottura in ragione della quantità indicata nel Paragrafo 31.1.3..

Trasporto
Il trasporto del conglomerato bituminoso dall'impianto di confezione al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, puliti, efficienti e veloci, sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali e formazione di crostoni. Per la pulizia del cassone del mezzo di trasporto è assolutamente vietato l'utilizzo di gasolio. Dovranno essere utilizzati appositi solventi eco-compatibili che non compromettano negativamente le caratteristiche del conglomerato bituminoso.

Verifiche finali
La Direzione Lavori potrà richiedere una verifica delle caratteristiche del conglomerato bituminoso applicato.
La superficie degli strati dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Mediante un'asta rettilinea lunga 4,00 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato dovrà aderirvi uniformemente e sarà tollerato uno scostamento di 4 mm.
Il grado di compattazione (C_{rg}) della pavimentazione deve essere calcolato dalla seguente equazione secondo la norma UNI EN 12697-9:
$C_{rg} = 100 * \rho_{bc}/\rho_{rg}$
dove:
C_{rg} = è il grado di compattazione, in percentuale (%);
ρ_{bc} = Densità di volume del conglomerato prelevato mediante carotatrice meccanica con foretto avente diametro non inferiore ai 120 mm, determinato secondo la norma UNI EN 12697-6 – Procedura A o B. Valore espresso in megagrammi per metro cubo (Mg/m^3);

ρ_{rg} = è la massa volumica di riferimento convenzionale, determinata attraverso l'analisi del conglomerato bituminoso sfuso mediante compattatore giratorio al livello di compattazione di N_{Design}. Valore espresso in megagrammi per metro cubo (kg/m^3).
il valore di C_{rg} dovrà essere non inferiore al 98%.
Lo spessore della pavimentazione bituminosa sarà analizzato mediante il prelievo di campioni con carotatrice meccanica avente un foretto con diametro non inferiore ai 120 mm. Lo spessore dello strato sarà determinato mediante la norma UNI EN 12697-29.
Il valore dell'aderenza superficiale (PTV) dovrà misurare sempre maggiore di 58 sarà determinato secondo la norma UNI EN 13036-4, non prima che siano trascorsi 15 giorni dall'apertura del traffico veicolare e non oltre i 120 giorni.

Obblighi da parte dell'appaltatore (documentazione Marcatura CE)
La Direzione Lavori si riserva di non accettare il conglomerato bituminoso presentato dall'Appaltatore qualora questo sia sprovvisto della necessaria documentazione attestante la marcatura CE.
Il produttore o il suo rappresentante autorizzato, designato dell'EEA, è responsabile dell'applicazione della marcatura CE. Il simbolo di marcatura CE da applicare deve essere conforme alla Direttiva 93/68/CE e deve figurare sull'etichetta allegata ai documenti commerciali di accompagnamento (DDT). Il simbolo di marcatura CE deve essere accompagnato dalle seguenti informazioni:
- numero di identificazione dell'organismo di certificazione;
- nome o marchio identificativo e indirizzo registrato del produttore;
- le ultime due cifre dell'anno in cui si applica la marcatura;
- numero del certificato CE di conformità e di controllo della produzione;
- riferimento alla presente norma europea;
- descrizione del prodotto: nome generico, materiale, dimensioni e impiego previsto;
- Informazioni delle caratteristiche essenziali rilevanti elencate in Tabella ZA.1. della norma europea armonizzata UNI EN 13108-5, presentate come i valori dichiarati e, dove rilevanti, livello o classe da dichiarare per ogni caratteristica essenziale, come indicato nelle note alla tabella ZA.1.
- "Nessuna prestazione determinata" per requisiti ove ciò sia rilevante.
L'opzione "Nessuna prestazione determinata (NPD) non può essere usata laddove la caratteristica è soggetta ad un livello di soglia. Altrimenti, l'opzione NPD può essere usata quando e dove la caratteristica, per un uso specifico.
I requisiti **obbligatori** che devono apparire nell'Etichetta CE sono:
Temperatura della miscela alla produzione e alla consegna (valori di soglia);
Contenuto minimo di legante (categoria e valore reale);
Composizione granulometrica (valore %);
Qualora i requisiti facoltativi riportino l'opzione "Nessuna prestazione determinata" (NPD), la **Direzione Lavori potrà richiederà** uno Studio della miscela in laboratorio (mix-design) come previsto nelle Norme Tecniche, da presentarsi con congruo anticipo all'inizio dei lavori.

Esempio di una Etichetta CE che deve essere allegata al documento di trasporto o alla bolla di acquisto e fatta avere in copia alla Direzione Lavori.

CE XXXX
XXXXXX Via XXX n.XX - XXXXXXX 09 Certificato CE di conformità n° XXXXXXXXXX
EN 13108-5 Conglomerato bituminoso antisdrucciolo chiuso SMA 10 BM 45/80 (zzzzzzz) Impianto di produzione tipo XXXXXX sito in XXXXXX

31.6. Conglomerati bituminosi drenanti e fonoassorbenti

31.6.1. Strato di Usura drenante e fonoassorbente

Descrizione
Lo strato di usura drenante e fonoassorbente in conglomerato bituminoso è costituito da un misto granulare, esclusivamente di frantumazione, costituito da una miscela di aggregato grosso, fine e filler impastata a caldo con legante bituminoso modificato di prescritta Classe, previo preriscaldamento degli aggregati, steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con rulli metallici e/o gommati, vibranti o statici perfettamente funzionanti e di idoneo peso. Gli inerti e il filler impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione secondo ed in conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043 "Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti ed altre aree soggette a traffico". Il conglomerato bituminoso, una volta messo in opera, dovrà conferire una elevata resistenza meccanica allo strato di pavimentazione in modo da sopportare le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli senza subire deformazioni permanenti. Lo spessore dello strato di usura drenante e fonoassorbente è indicato dalla Direzione Lavori in fase di progetto.
Questo tipo di pavimentazione bituminosa viene impiegata prevalentemente a garanzia di:
Elevatodrenaggio del'acqua piovana,
Riduzione dell'effetto acqua planning,
Riduzione del rumore prodotto dall'effetto del rotolamento delle ruote dei mezzi.

Caratteristiche dei materiali:
Aggregato grosso (frazione superiore ai 2,00 mm)
L'aggregato grosso deve essere conforme alla EN 13043 come appropriato per l'uso specifico.
L'aggregato grosso sarà costituito da inerti frantumati, ghiaie, ghiaie frantumate, pietrischetti e graniglie che potranno essere di provenienza o natura petrografica diversificata, purché rispettino le specifiche prestazionali di seguito richieste.

L'aggregato deve avere dimensioni tali da risultare completamente passante al setaccio da 12,5 mm;
Il contenuto di fini, passante al setaccio da 0,063 mm (f), secondo la norma UNI EN 933-1, deve risultare inferiore al 1% [f_1],
Il Coefficiente di appiattimento (FI), secondo la norma UNI EN 933-3, deve risultare inferiore al 10% [FI_{10}],
Il Coefficiente di forma (SI), secondo la norma UNI EN 933-4, deve risultare inferiore al 15% [SI_{15}],
La perdita in peso alla prova Los Angeles (LA) secondo la norma UNI EN 1097-2, eseguita sulle singole pezzature, non deve essere superiore al 20% [LA_{20}],
La percentuale di superfici frantumate negli aggregati grossi secondo la norma 933-5 deve essere del 100%.
La resistenza alla levigatezza (PSV) di ogni inerte deve essere maggiore o uguale a 45 (PSV_{50}), secondo la norma UNI EN 1097-8;
La resistenza al gelo/disgelo inferiore o uguale a 1%, secondo la norma UNI EN 1367-1.

Aggregato fino (frazione inferiore ai 2,00 mm)
L'aggregato fino deve essere conforme alla EN 13043 come appropriato per l'uso specifico.
L'aggregato fino sarà costituito da sabbie naturali o provenienti da processi di frantumazione che potranno essere di provenienza o natura petrografica diversificata, purché rispettino le specifiche prestazionali di seguito richieste.

L'equivalente in sabbia, secondo la norma UNI EN 933-8, deve essere maggiore del 75%,
L'inerte fino, ai sensi della Norma UNI CEN ISO/TS 17892-12 "Indagini e prove geotecniche - Prove di laboratorio sui terreni - Parte 12: Determinazione dei limiti di Atterberg", deve avere un Limite Liquido e un Limite Plastico non determinabili, e di conseguenza l'inerte deve risultare non plastico.

Additivo filler (frazione inferiore ai 0,063 mm)
L'additivo filler deve essere conforme alla EN 13043 come appropriato per l'uso specifico.
Gli additivi (filler) devono preferibilmente provenire dalla macinazione di rocce di natura calcara e dovranno soddisfare ai seguenti requisiti:

Alla prova UNI EN 933-1 dovranno risultare compresi nei seguenti limiti indicati nella Tabella 40.

Tabella 40

Setacci a maglia quadra Apertura maglie in mm	**Passante in peso**	
	Limite inferiore	**Limite superiore**
Setaccio 2,00	100	100
Setaccio 0,125	85	100
Setaccio 0,063	75	100

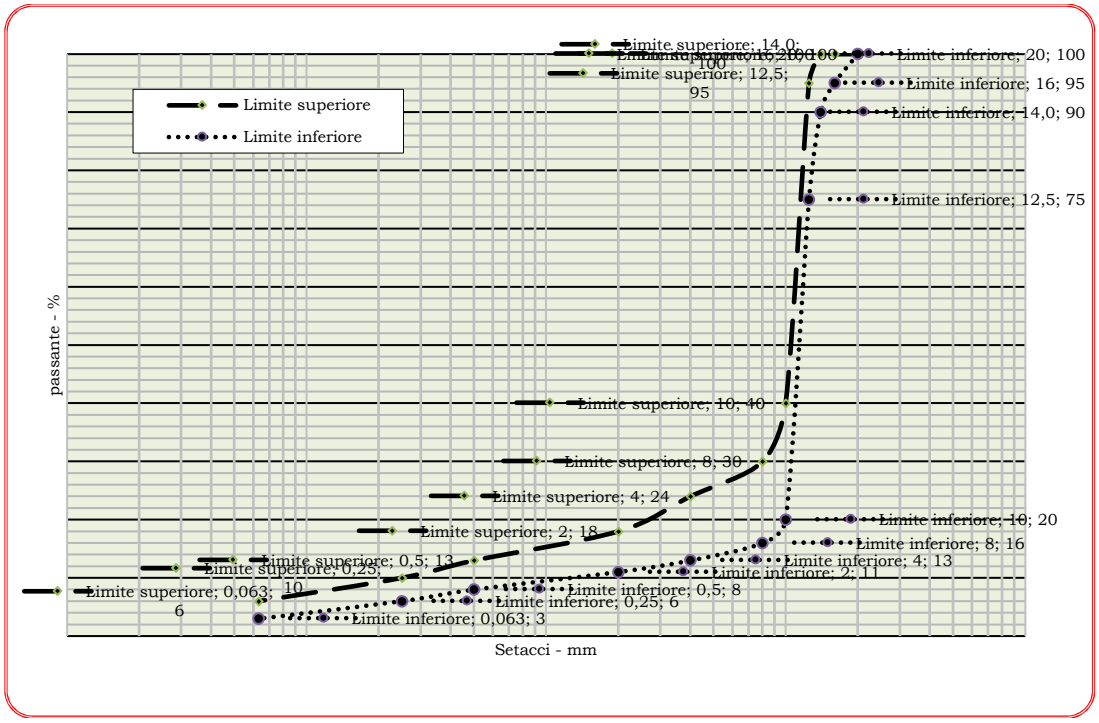
Conglomerato riciclato (fresato bituminoso):
Nel confezionamento del conglomerato bituminoso per strato di usura drenante fonoassorbente non è consentito l'impiego di conglomerato riciclato.

Composizione granulometrica miscela:
La miscela di inerti utilizzata per il confezionamento del conglomerato bituminoso per strato di usura deve avere andamento continuo ed uniforme concorde a quello delle curve limiti inserite nella Tabella 41 e rappresentati graficamente nel Grafico 41. La determinazione della composizione granulometrica della miscela deve essere eseguita secondo la norma UNI EN 933-1.

Tabella 41

Setacci a maglia quadra (serie fondazione + set 2) Apertura maglie in mm	**Passante in peso**	
	Limite inferiore	**Limite superiore**
Setaccio 20	100	100
Setaccio 16	95	100
Setaccio 14	90	100
Setaccio 12,5	75	95
Setaccio 10	20	40
Setaccio 8	16	30
Setaccio 4	13	24
Setaccio 2	11	18
Setaccio 0,5	8	13
Setaccio 0,25	6	10
Setaccio 0,063	3	6

Grafico 41



Legante bituminoso modificati (bitume BM)
Nel confezionamento dei conglomerati bituminosi per strato di usura devono essere impiegati leganti bituminosi modificati rispondenti alle specifiche tecniche riportate nella Tabella 5 del Paragrafo 31.1.2. La classe del legante bituminoso modificato dovrà essere della Classe (F). Il contenuto minimo di legante bituminoso dovrà essere pari al **4,5% (valore corretto)** sul peso della miscela ($B_{min}4,5$) e comunque dovrà risultare sufficiente a garantire il raggiungimento di tutti i valori prestazionali richiesti alla miscela finale.
Per determinare il contenuto di legante "corretto", il dosaggio di bitume dovrà essere moltiplicato per il fattore $\alpha = 2,650/\rho d$, dove ρd è inteso come la densità del particella di aggregato, in megagrammi per metro cubo (Mg/m^3), determinata secondo la EN 1097-6.

Additivi
Nel confezionamento dei conglomerati bituminosi per strato di usura devono essere impiegati gli additivi come descritto nel Paragrafo 31.2.2 e nel Paragrafo 31.2.3.

Studio della miscela in laboratorio (mix-design)
L'Appaltatore dovrà, preliminarmente all'inizio dei lavori, presentare alla Direzione Lavori uno studio della miscela che intende utilizzare. Nello studio dovranno essere riportate tutte le prove prestazionali delle materie prime e della miscela finale. In allegato allo studio l'Appaltatore deve presentare la documentazione attestante la marcatura CE del conglomerato bituminoso.

Prestazioni del conglomerato bituminoso per strato di usura
Le miscele devono essere verificate mediante pressa giratoria per la determinazione dell'analisi volumetrica.
L'analisi volumetrica della miscela di progetto deve essere analizzata mediante l'apparecchiatura pressa giratoria secondo la norma AASHTO T312.

Condizioni di prova (Tabella 42):
Tabella 42

Caratteristica	u.m.	Valore
Angolo di rotazione	°gradi	1,25 ± 0,02*
Velocità di rotazione	Rpm	30
Pressione verticale	kPa	600
Dimensioni provino - diametro	mm	100
Quantità materiale	gr	1.100

*La Direzione Lavori potrà accettare anche angoli di rotazione come previsto dalla norma UNI EN 12697-31.

Per l'analisi volumetrica della miscela bituminosa i provini dovranno essere compattati mediante pressa giratoria al un numero di giri totali (N_{max}).
La verifica della % dei vuoti dovrà essere fatta a tre livelli di n° cicli: $N_{iniziale}$, N_{design} e N_{max}.

Il numero dei giri di riferimento con le relative percentuali dei vuoti sono (Tabella 43):

Tabella 43

Livello compattazione	Cicli	Vuoti(3)	Gmb(1)/Gmm(2)
	n.	%	%
N_{design}	10	> 26	< 74
N_{design}	50	> 20	< 80
N_{max}	130	> 18	< 72

Densità di volume del conglomerato costipato, secondo la norma UNI EN 12697-6 – Procedura A o B,
Densità massima teorica del conglomerato bituminoso, secondo la norma UNI EN 12697-5 – procedura A,
Vuoti d'aria nei conglomerati bituminosi, secondo la norma UNI EN 12697-8.

Il conglomerato bituminoso per strato di usura dovrà essere testato determinandone la resistenza a trazione indiretta a 25°C secondo la norma UNI EN 12697-23. I provini sottoposti a rottura dovranno essere costipati mediante pressa giratoria ad un livello di compattazione N_{design}.
Per ogni miscela dovranno essere testati non meno di n.3 provini.

I due parametri di riferimento sono Rt (resistenza a trazione indiretta) e CTI (coefficiente di trazione indiretta)(Tabella 44):

Tabella 44

Determinazione	u.m.	Valori
Rt (trazione indiretta)	N/mm^2	0,34 ÷ 0,60
CTI (coeff. di trazione indiretta)	N/mm^2	≥ 20

La perdita di particelle (PL) determinata mediante la norma UNI EN 12697-17, su campioni preparati mediante pressa giratoria, con un numero di cicli pari all'N_{Design}, dovrà rispettare quanto richiesto nella Tabella 45.

Tabella 45

Determinazione	u.m.	Massimo	Categoria
Perdita di particelle (PL)	%	15	PL_{15}

Confezionamento dei conglomerati bituminosi per strato di usura tipo drenante fonoassorbente:
Il conglomerato bituminoso sarà confezionato utilizzando impianti fissi automatizzati, aventi idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte. Gli impianti potranno essere sia di tipo tradizionale (continuo) che di tipo discontinuo.
La produzione non dovrà superare la potenzialità produttiva dell'impianto, per garantire una idonea essiccatura degli inerti ed un uniforme riscaldamento della miscela.
L'impianto dovrà comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele rispondenti a quelle di progetto. Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del legante bituminoso alla temperatura richiesta ed indicata dal fornitore, nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo filler.
La zona destinata allo stoccaggio degli inerti dovrà essere priva di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia, e quindi un idoneo rivestimento degli aggregati da parte del legante bituminoso. I diversi cumuli delle diverse classi di inerti devono essere nettamente separati tra di loro e ben riconoscibili per mezzo di idonei cartelli.
Per il confezionamento del conglomerato bituminoso per strato di usura si farà uso di almeno 4 classi di inerte.
Il tempo di mescolazione dovrà essere quello sufficiente garantire una perfetta omogeneizzazione dei materiali ed un perfetto rivestimento degli inerti da parte del legante bituminoso.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'uscita del mescolatore dovrà essere compresa tra 140° e 180°C.
Per garantire le suddette temperature gli impianti dovranno essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

Preparazione del piano di posa:
Il piano di posa dovrà risultare perfettamente pulito e privo della segnaletica orizzontale prima di provvedere alla stesa di una uniforme mano di attacco con bitume modificato rispondente alle specifiche tecniche riportate nella Tabella 4 del Paragrafo 31.1.2. La classe del legante bituminoso modificato dovrà essere della Classe (D) o (E), in ragione della quantità compresa tra 1,0 e 1,5 kg/m² (secondo le indicazioni della DL) e, se necessario, il successivo eventuale spargimento di uno strato di filler, sabbia o graniglia prebitumata; potrà essere anche richiesta la preventiva stesa di un tappeto sottile di risagomatura ed impermeabilizzazione del supporto, per consentire il perfetto smaltimento delle acque. La DL indicherà di volta in volta la composizione di queste miscele fini. Dovrà altresì essere curato lo smaltimento laterale delle acque che percolano all'interno dell'usura drenante.

Posa in opera:
La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento. La Direzione Lavori si riserva la facoltà di poter far variare la tecnologia ritenuta non opportuna.
Le vibrofinitrici dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione localizzata degli elementi litoidi più grossi.
Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali, provvedendo all'applicazione di emulsione bituminosa acida (vedere Paragrafo 31.1.3) per assicurare la saldatura della striscia successiva.
Se il bordo risulta 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 10 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.
Nel caso la lavorazione interessi tratti in cui siano presenti giunti di dilatazione (giunti a tampone, acciaio gomma ecc) per viadotti o ponti, la lavorazione deve essere complanare (mediante fresatura e/o rimozione del conglomerato adiacente al giunto) per avere una superficie viabile con elevate caratteristiche di planarità.
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 compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.
L'addensamento di norma dovrà essere realizzato con rulli perfettamente funzionanti di idonea tipologia e peso.
Si avrà cura di condurre la compattazione con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare effetti di fessurazioni e scorrimenti nello strato.
Per lo strato di usura la miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito dello strato di usura o della fondazione solamente dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di questa ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza.

Trasporto
Il trasporto del conglomerato bituminoso dall'impianto di confezione al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, puliti, efficienti e veloci, sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali e formazione di crostoni. Per la pulizia del cassone del mezzo di trasporto è assolutamente vietato l'utilizzo di gasolio. Dovranno essere utilizzati appositi solventi eco-compatibili che non compromettano negativamente le caratteristiche del conglomerato bituminoso.

Verifiche finali
La Direzione Lavori potrà richiedere una verifica delle caratteristiche del conglomerato bituminoso applicato.
La percentuale di vuoti d'aria, determinata su carote aventi diametro di 150 mm, dovranno essere compresi tra il 16% e il 25%. Come normativa di riferimento dovrà essere utilizzata la UNI EN 12697-8.
Lo spessore della pavimentazione bituminosa sarà analizzato mediante il prelievo di campioni con carotatrice meccanica avente un foretto con diametro non inferiore ai 120 mm. Lo spessore dello strato sarà determinato mediante la norma UNI EN 12697-29.

Il valore dell'aderenza superficiale (PTV) dovrà misurare sempre maggiore di 55 sarà determinato secondo la norma UNI EN 13036-4, non prima che siano trascorsi 15 giorni dall'apertura del traffico veicolare e non oltre i 120 giorni.

Obblighi da parte dell'appaltatore (documentazione Marcatura CE)
La Direzione Lavori si riserva di non accettare il conglomerato bituminoso presentato dall'Appaltatore qualora questo sia sprovvisto della necessaria documentazione attestante la marcatura CE.
Il produttore o il suo rappresentante autorizzato, designato dell'EEA, è responsabile dell'applicazione della marcatura CE. Il simbolo di marcatura CE da applicare deve essere conforme alla Direttiva 93/68/CE e deve figurare sull'etichetta allegata ai documenti commerciali di accompagnamento (DDT). Il simbolo di marcatura CE deve essere accompagnato dalle seguenti informazioni:
- numero di identificazione dell'organismo di certificazione;
- nome o marchio identificativo e indirizzo registrato del produttore;
- le ultime due cifre dell'anno in cui si applica la marcatura;
- numero del certificato CE di conformità e di controllo della produzione;
- riferimento alla presente norma europea;
- descrizione del prodotto: nome generico, materiale, dimensioni e impiego previsto;
- Informazioni delle caratteristiche essenziali rilevanti elencate in Tabella ZA.1. della norma europea armonizzata UNI EN 13108-7, presentate come i valori dichiarati e, dove rilevanti, livello o classe da dichiarare per ogni caratteristica essenziale, come indicato nelle note alla tabella ZA.1.
- "Nessuna prestazione determinata" per requisiti ove ciò sia rilevante.

L'opzione "Nessuna prestazione determinata (NPD) non può essere usata laddove la caratteristica è soggetta ad un livello di soglia. Altrimenti, l'opzione NPD può essere usata quando e dove la caratteristica, per un uso specifico.
I requisiti **obbligatori** che devono apparire nell'Etichetta CE sono:
Temperatura della miscela alla produzione e alla consegna (valori di soglia);
Contenuto minimo di legante (categoria e valore reale);
Composizione granulometrica (valore %);
Qualora i requisiti facoltativi riportino l'opzione "Nessuna prestazione determinata" (NPD), la **Direzione Lavori potrà richiederà** uno Studio della miscela in laboratorio (mix-design) come previsto nelle Norme Tecniche, da presentarsi con congruo anticipo all'inizio dei lavori.

Esempio di una Etichetta CE che deve essere allegata al documento di trasporto o alla bolla di acquisto e fatta avere in copia alla Direzione Lavori.

CE XXXX
XXXXXX Via XXX n.XX - XXXXXXX 09 Certificato CE di conformità n° XXXXXXXXXX
EN 13108-5 Conglomerato bituminoso antisdrucciolo chiuso **PA 16 BM 45/80 (zzzzzzz)** Impianto di produzione tipo XXXXXX sito in XXXXXX

Art. 32.1 DETRAZIONI – RIDETERMINAZIONE DEL PREZZO

QUALITA DELLE MISCELE
La qualità della miscela sarà verificata con le sole prove relative all'analisi granulometrica, ed alla percentuale di bitume e le relative detrazioni saranno calcolate secondo quanto di seguito specificato.

Si farà comunque sempre riferimento alle certificazioni di pre-qualifica dei materiali forniti.

Art. 32.1.1. Analisi granulometrica:
alla composizione granulometrica dichiarata nello studio di pre-qualifica dei conglomerati bituminosi, saranno tollerate delle discordanze del:
Le tolleranze non dovranno comunque risultare esterne al fuso granulometrico indicato nelle norme tecniche specifiche della miscela in oggetto.

± 5,0% per il materiale trattenuto ai setacci aventi maglie maggiori di 2,00 mm (compreso),
± 3,0% per il materiale passante al setaccio avente maglia di 2,00 mm e trattenuto al setaccio avente maglia di 0,075 mm,
± 2,0% per il materiale passante al setaccio avente maglia di 0,075 mm.

Per il calcolo delle detrazioni si opererà nel modo seguente:
quando viene riscontrato che la curva granulometrica è uscita dai limiti di tolleranza previsti, come previsto precedentemente, si deve determinare la differenza tra detta percentuale limite e la percentuale riscontrata sul campione, espressa con due decimali.
Si sommano tutte le differenze di percentuali corrispondenti ai vari setacci ove la curva è uscita dai limiti di tolleranza.
La sommatoria va elevata al quadrato e moltiplicata per il coefficiente 0,015 e si ottiene la detrazione in punti percentuali, con due decimali, da applicare al prezzo unitario.
La detrazione così calcolata è applicata per l'intera superficie del tratto omogeneo di cui al prelievo giornaliero.

La suddetta detrazione è ammessa solo se la sommatoria delle differenze di percentuale riscontrata sui singoli setacci risulterà minore o uguale al valore di 40,00 punti percentuali.

Oltre tale limite il lavoro sarà considerato non idoneo e di conseguenza non collaudabile.

Esempio di calcolo della detrazione massima per la granulometria:
$40{,}00^2 \times 0{,}015 = 24{,}00\%$ di massima detrazione.

Art. 32.1.2. Contenuto di legante bituminoso:
al contenuto di legante bituminoso dichiarato nello studio di pre-qualifica dei conglomerati bituminosi, saranno tollerate delle discordanze del:

± 0,25% per tutte le miscele bituminose.

Le tolleranze non dovranno comunque risultare inferiori al contenuto minimo, corretto, indicato nelle norme tecniche specifiche della miscela in oggetto.
Se il contenuto di bitume riscontrato nel campione di conglomerato bituminoso non rientra nel campo di tolleranza ammesso ma comunque entro i limiti di accettabilità, sarà applicata la seguente detrazione.
Si determina la differenza tra la percentuale di tolleranza massima o minima e la percentuale riscontrata sul campione.
Questa differenza va moltiplicata per il coefficiente 40, si ottiene così la detrazione in punti percentuali, con due decimali, da applicare al prezzo unitario.
La detrazione così calcolata è applicata per l'intera superficie del tratto omogeneo di cui al prelievo giornaliero.
La suddetta detrazione è ammessa solo se i valori riscontrati in Laboratorio non supereranno di ± 1 punti % il valore indicato nello studio preventivo della miscela.

Oltre tale limite il lavoro sarà considerato non idoneo e di conseguenza non collaudabile
.
Esempio di calcolo della detrazione massima:

Valore dichiarato nello studio preventivo, pari al 5,80 %;
limiti di accettazione: minimo 5,55 % (5,80 – 0,25) e massimo 6,05 % (5,80 + 0,25);

valore riscontrato in corso d'opera (esempi con valore al limite di tolleranza ± 1 punto %: 4,80 % o 6,80 %)

es. 1: 5,55 – 4,80 = 0,75; 0,75 x 40 = 30,00% di massima detrazione
es. 2: 6,80 - 6,05 = 0,75; 0,75 x 40 = 30,00% di massima detrazione

Art. 32.1.3. QUALITÀ DI COSTIPAMENTO (PERCENTUALE DEI VUOTI IN OPERA)

:
Il valore della percentuale dei vuoti residui risultante dal campione prelevato in opera non dovrà essere superiore a quello indicato qui di seguito:

strato di usura e usura fine (inclusi i conglomerati colorati):

Per valori superiori al 12% si dovrà procedere gratuitamente all'asportazione completa dello strato con fresa meccanica ed all'applicazione di un nuovo strato oppure alla stesa di un nuovo strato senza fresatura ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori.

strato di collegamento (binder):

Per valori superiori al 13% si dovrà procedere gratuitamente all'asportazione completa dello strato con fresa meccanica ed all'applicazione di un nuovo strato oppure alla stesa di un nuovo strato senza fresatura ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori.

strato di base (tout venant):

Per valori superiori al 14% si dovrà procedere gratuitamente all'asportazione completa dello strato con fresa meccanica ed all'applicazione di un nuovo strato oppure alla stesa di un nuovo strato senza fresatura ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori.

strato di usura tipo antisdrucciolo (SplittMastixAsphalt) (inclusi i conglomerati colorati):

Per valori superiori al 9,0% si dovrà procedere gratuitamente all'asportazione completa dello strato con fresa meccanica ed all'applicazione di un nuovo strato oppure alla stesa di un nuovo strato senza fresatura ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori.

strato di usura tipo drenante fonoassorbente:

Per valori inferiori al 15,9% si dovrà procedere gratuitamente all'asportazione completa dello strato con fresa meccanica ed all'applicazione di un nuovo strato ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori.

Per tratti di strada con pendenze longitudinali superiori al 6% tale valore viene aumentato di un punto percentuale.

Per il calcolo delle eventuali detrazioni si provvederà ad effettuare la media giornaliera dei valori riscontrati e solo questa rappresenterà il valore caratteristico del conglomerato per il tratto omogeneo giornaliero.
Le determinazioni saranno eseguite sul campione di conglomerato bituminoso prelevato dietro la vibrofinitrice oppure su coppie di carote prelevate a distanza massima di 25 cm. l'una dall'altra. Le carote dovranno avere obbligatoriamente un diametro maggiore o uguale a 150 mm.

Qualora la percentuale media dei vuoti residui riscontrata nei singoli strati della pavimentazione in opera, a costipamento ultimato, non rientra nei limiti sopra indicati saranno applicate le seguenti detrazioni.

strato di usura e usura fine (inclusi i conglomerati colorati):

1%	per percentuale compresa tra	6,1 e 8,0
2%	"	8,1 e 10,0
5%	"	10,01 e 11
8%	"	11,01 e 12

strato di collegamento (binder):

1%	per percentuale compresa tra	6,1 e 8
2%	"	8.1 e 10
5%	"	10,01 e 11

8% " 11,01 e 13

strato di base (tout venant):

1% per percentuale compresa tra 7,1 e 8
2% " 8.1 e 10
5% " 10,01 e 12
8% " 12,01 e 14

strato di usura tipo antisdrucciolo (SplittMastixAsphalt) (inclusi i conglomerati colorati):

1% per percentuale compresa tra 5,1 e 6,0
2% " 6.1 e 7,0
8% " 7,01 e 9,0

Art. 32.1.4. SPESSORE DELLA PAVIMENTAZIONE
Si procederà alla verifica degli spessori come indicato dalla normativa UNI EN 12697-29 e saranno considerati unicamente gli spessori aventi valori ≥ al 75 % di quello previsto dalla voce d'elenco prezzi.
Gli spessori aventi valori maggiori del 10 % di quello previsto dalla voce d'elenco prezzi saranno considerati di entità pari a questo valore.
Quando si riscontreranno spessori inferiori al 75 % di quello previsto dalla voce d'elenco prezzi, l'area di pertinenza del carotaggio (200 m x larghezza di strisciata) sarà dichiarata non collaudabile e quindi andrà rifatta (non concorrerà nella media).
Si procede quindi ad effettuare la media degli spessori accertati e se tale valore risulta ≥ di quello previsto dalla voce d'elenco prezzi non si procede a detrazioni; contrariamente si determina la differenza tra lo spessore previsto e lo spessore medio giornaliero, con due decimali, calcolato.
Questa differenza va divisa per lo spessore previsto dalla voce d'elenco prezzi e moltiplicata per il coefficiente 120; si ottiene la detrazione in punti percentuali con due decimali, da applicare al prezzo unitario.
La detrazione così calcolata è applicata per l'intera superficie del tratto omogeneo di cui al prelievo giornaliero.

Esempio di calcolo della detrazione massima:

Spessore previsto dalla voce d'elenco prezzi 30,00 mm:
75 % di 30 mm = 22,50 mm (limite di accettazione).
30,00 – 22,50 = 7,50;
7,50 / 30,00 = 0,25; 0,25* 120 = 30,00% di massima detrazione.

Art. 32.1.5. CARATTERISTICHE SUPERFICIALI
Per quanto riguarda gli strati di usura, usura fine, antisdrucciolo e drenante fonoassorbente, nel periodo compreso tra 15 giorni e 4 mesi dall'ultimazione della stesa saranno rilevati i valori di PTV secondo la norma UNI EN 13036-4 effettuati con lo SKID TESTER.

Esempio di calcolo della detrazione per strato di usura e usura drenante:
Per i valori PTV inferiori a 54 e maggiori a 48 verrà applicata una detrazione del 1 % del prezzo di elenco per ogni unità in meno.

Quando si riscontreranno più di 2 valori su 5 inferiori a 48, l'area di pertinenza dell'analisi sarà dichiarata non collaudabile e quindi andrà fresata e rifatta.

Esempio di calcolo della detrazione per strato di usura antisdrucciolo:
Per i valori PTV inferiori a 57 e maggiori a 48 verrà applicata una detrazione del 1 % del prezzo di elenco per ogni unità in meno.

Quando sarà riscontreranno più di 1 valore su 5 inferiore a 48, l'area di pertinenza dell'analisi sarà dichiarata non collaudabile e quindi andrà fresata e rifatta.

Art. 32.2 PROVE DI CONTROLLO E COLLAUDI

Il controllo della qualità dei materiali utilizzati, la loro posa in opera, deve essere effettuata mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sul materiale prelevato in sito al momento della stesa oltre che con prove

sullo strato finito. L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono a discrezione della Direzione del Lavori e sono indicate nella seguente tabella:

Controllo dei materiali e verifica prestazionale – STRATO DI FONDAZIONE			
TIPO DI CAMPIONE	**UBICAZIONE PRELIEVO**	**FREQUENZA PROVE**	**REQUISITI RICHIESTI**
Miscela	Durante la fase di stesa	Giornaliera oppure ogni 1.000 m^3 di stesa	Curva granulometrica di progetto, classificazione del materiale, cbr, contenuto di umidità, determinazione della densità massima mediante Proctor mod.
Strato finito (densità in sito)	Strato finito	Giornaliera oppure ogni 1.000 m^2 di stesa	Grado di addensamento calcolato rispetto al valore dichiarato nello studio preventivo e/o risultante dall'analisi del campione prelevato in fase di stesa.
Strato finito (portanza)	Strato finito o Pavimentazione	Ogni 1.000 m^2 m di fascia stesa	Prestazioni previste nelle norme tecniche.
Controllo dei materiali e verifica prestazionale – STRATO DI BASE IN MISTO GRANULOMETRICAMENTE STABILIZZATO			
TIPO DI CAMPIONE	**UBICAZIONE PRELIEVO**	**FREQUENZA PROVE**	**REQUISITI RICHIESTI**
Miscela	Durante la fase di stesa	Giornaliera oppure ogni 800 m^3 di stesa	Curva granulometrica di progetto, classificazione del materiale, cbr, contenuto di umidità, determinazione della densità massima mediante Proctor mod.
Strato finito (densità in sito)	Strato finito	Giornaliera oppure ogni 1.000 m^2 di stesa	Grado di addensamento calcolato rispetto al valore dichiarato nello studio preventivo e/o risultante dall'analisi del campione prelevato in fase di stesa.
Strato finito (portanza)	Strato finito o Pavimentazione	Ogni 800 m^2 m di fascia stesa	Prestazioni previste nelle norme tecniche.
Controllo dei materiali e verifica prestazionale – STRATO DI BASE IN MISTO CEMENTATO CONFEZIONATO IN CENTRALE			
TIPO DI CAMPIONE	**UBICAZIONE PRELIEVO**	**FREQUENZA PROVE**	**REQUISITI RICHIESTI**
Aggregato grosso	Impianto	Settimanale oppure ogni 1500 m^3 di stesa	Prestazioni previste nelle norme tecniche e richieste dalla D.L.
Aggregato fino	Impianto	Settimanale oppure ogni 1500 m^3 di stesa	Prestazioni previste nelle norme tecniche e richieste dalla D.L.
Misto cementato fresco	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 5.000 m^2 di stesa	Curva granulometrica di progetto; contenuto di cemento, resistenza a compressione e resistenza a trazione indiretta.
Carote per spessori	Pavimentazione	Ogni 200m di fascia di stesa	Spessore previsto in progetto

Strato finito (densità in sito)	Strato finito	Giornaliera oppure ogni 1.000 m^2 di stesa	Grado di addensamento calcolato rispetto al valore dichiarato nello studio preventivo e/o risultante dall'analisi del campione prelevato in fase di stesa.
Strato finito (portanza)	Strato finito	Ogni 1.000 m^2 m di fascia stesa	Prestazioni previste in progetto

Controllo dei materiali e verifica prestazionale – CONGLOMERATI BITUMINOSI A CALDO – 13108-1,5,7			
TIPO DI CAMPIONE	**UBICAZIONE PRELIEVO**	**FREQUENZA PROVE**	**REQUISITI RICHIESTI**
Conglomerato bituminoso sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 4.000 m^2 di stesa	Prestazioni previste nelle norme tecniche e richieste dalla D.L.
Carote x spessori	Strato finito	Ogni 1.000 m di fascia di stesa	Spessore previsto in progetto.
Carote x densità e vuoti in sito	Strato finito	Ogni 1.000 m di fascia di stesa	Prestazioni previste nelle norme tecniche e richieste dalla D.L.
Aderenza superficiale PTV	Strato finito	Ogni 1.000 m di fascia di stesa	Prestazioni previste nelle norme tecniche e richieste dalla D.L.

Art. 33 BARRIERE DI SICUREZZA STRADALE IN ACCIAIO (Guardrails)

Generalità
Le barriere di sicurezza in acciaio verranno installate lungo tratti dei cigli della piattaforma stradale, nonché lungo lo spartitraffico centrale delle strade a doppia corsia secondo le disposizioni che impartirà la D.L..
I parapetti metallici verranno installati in corrispondenza dei bordi dei manufatti.
La D.L. potrà ordinare tutti gli accorgimenti esecutivi per assicurare un'adeguata collocazione dei sostegni in terreni di scarsa consistenza prevedendone anche l'infittimento locale.
In casi speciali, con l'approvazione della Direzione Lavori, i sostegni potranno essere ancorati al terreno per mezzo di un basamento in calcestruzzo oppure nei casi in cui le barriere siano da posizionare su manufatti in c.a. (ponti, muri di sostegno ecc.) i pali di sostegno potranno essere ancorati alla struttura mediante di piastre imbullonate al manufatto con tiranti a fissaggio meccanico o chimico.
Le caratteristiche dimensionali e la resistenza dei calcestruzzi nonché la dimensione della piastra il numero e le caratteristiche dei tiranti saranno determinate dall'Appaltatore e sottoposte all'approvazione della D.L.
Le strutture da collocare nell'aiuola spartitraffico saranno costituite da una o due file di barriere ancorate ai sostegni .
Restano ferme per tali barriere tutte le caratteristiche fissate per le barriere laterali, con l'avvertenza di adottare particolare cura per i pezzi terminali di chiusura e di collegamento delle due fasce, che dovranno essere sagomati secondo le forme approvate dalla D.L.
Ad interasse non superiore a quello corrispondente a tre fasce dovrà essere eseguita l'installazione di dispositivi rifrangenti del tipo omologato, disposti in modo che le loro superfici risultino pressoché normali all'asse stradale.
Le barriere da collocarsi lungo la sede stradale dovranno possedere le caratteristiche prestazionali di cui al D.M. LL.PP. del 15.10.1996, in aggiornamento al D.M. n°223 del 18.02.1992, D.M. LL.PP. del 3.06.98, nonché alla Circolare Ministero LL.PP. n.2337/87, alla Circolare ANAS - Direzione Centrale Tecnica - 52/92 ed alla Circolare Ministero LLPP. n° 2595/95.

ART.33.A - ISTRUZIONI TECNICHE PER LA PROGETTAZIONE, L'OMOLOGAZIONE E L'IMPIEGO DEI DISPOSITIVI DI RITENUTA NELLE COSTRUZIONI STRADALI
Articolo 1
Oggetto delle istruzioni
Classificazione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali
Le presenti istruzioni tecniche disciplinano la progettazione, l'omologazione, la realizzazione e l'impiego delle barriere di sicurezza stradale e degli altri dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali.
A seconda della loro destinazione ed ubicazione, le barriere e gli 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.
Articolo 2
Finalità dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali
Le barriere di sicurezza stradale e gli altri dispositivi di ritenuta sono posti in opera essenzialmente al fine di realizzare per gli utenti della strada e per gli 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.
Articolo 3
Individuazione delle zone da proteggere
Le zone da proteggere per le finalità di cui all'art.2, definite, come previsto dal D.M. 18 febbraio 1992, n.223, e successivi aggiornamenti e modifiche, dal progettista della sistemazione dei dispositivi di ritenuta, devono riguardare almeno:
- i margini di tutte le opere d'arte all'aperto quali ponti, viadotti, ponticelli, sovrappassi e muri di sostegno della carreggiata, indipendentemente dalla loro estensione longitudinale e dall'altezza dal piano di campagna; la protezione dovrà estendersi opportunamente oltre lo sviluppo longitudinale strettamente corrispondente all'opera sino a raggiungere punti (prima e dopo 1'opera) per i quali possa essere ragionevolmente ritenuto che il comportamento delle barriere in opera sia paragonabile a quello delle barriere sottoposte a prova d'urto e comunque fino a dove cessi la sussistenza delle condizioni che richiedono la protezione;

- lo spartitraffico ove presente;
- il margine laterale stradale nelle sezioni in rilevato dove il dislivello tra il colmo dell'arginello ed il piano di campagna è maggiore o uguale a 1 m; la protezione è necessaria per tutte le scarpate aventi pendenza maggiore o uguale a 2/3. Nei casi in cui la pendenza della scarpata sia inferiore a 2/3, la necessità di protezione dipende dalla combinazione della pendenza e dell'altezza della scarpata, tenendo conto delle situazioni di potenziale pericolosità a valle della scarpata (presenza di edifici, strade, ferrovie, depositi di materiale pericoloso o simili):
- gli ostacoli fissi (frontali o laterali)che potrebbero costituire un pericolo per gli utenti della strada in caso di urto, quali pile di ponti, rocce affioranti, opere di drenaggio non attraversabili, alberature, pali di illuminazione e supporti per segnaletica non cedevoli, corsi d'acqua, ecc, ed i manufatti, quali edifici pubblici o privati, scuole, ospedali, ecc,, che in caso di fuoriuscita o urto dei veicoli potrebbero subire danni comportando quindi pericolo anche per i non utenti della strada. Occorre proteggere i suddetti ostacoli e manufatti nel caso in cui non sia possibile o conveniente la loro rimozione e si trovino ad una distanza dal ciglio esterno della carreggiata, inferiore ad una opportuna distanza di sicurezza; tale distanza varia, tenendo anche conto dei criteri generali indicati nell'art. 6,in funzione dei seguenti parametri: velocità di progetto, volume di traffico, raggio di curvatura dell'asse stradale, pendenza della scarpata, pericolosità dell'ostacolo.
Le protezioni dovranno in ogni caso essere effettuate per una estensione almeno pari a quella indicata nel certificato di omologazione, ponendone circa due terzi prima dell'ostacolo, integrando lo stesso dispositivo con eventuali ancoraggi e con i terminali semplici indicati nel certificato di omologazione, salvo diversa prescrizione del progettista secondo i criteri indicati nell'art. 6.; in particolare, ove possibile, per le protezioni isolate di ostacoli fissi, all'inizio dei tratti del dispositivo di sicurezza, potranno essere utilizzate integrazioni di terminali speciali appositamente testati.
Per la protezione degli ostacoli frontali dovranno essere usati attenuatori d'urto, salvo diversa prescrizione del progettista

Articolo 4

Indice di severità degli impatti

Ai fini della classificazione della severità degli impatti verranno utilizzati l'Indice di Severità della Accelerazione, A.S.I., l'Indice Velocità Teorica della Testa, T.H.I.V., e l'Indice di Decelerazione della Testa dopo l'Impatto, P.H.D., come definiti nelle norme UNI EN 1317, parte 1 e 2.

Articolo 5

Conformità dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali e loro installazione

Tutti i componenti di un dispositivo di ritenuta devono avere adeguata curabilità mantenendo i loro requisiti prestazionali nel tempo sotto l'influenza di tutte le azioni prevedibili.
Per la produzione di serie delle barriere di sicurezza e degli altri dispositivi di ritenuta, i materiali ed i componenti dovranno avere le caratteristiche costruttive descritte nel progetto del prototipo allegato ai certificati di omologazione, nei limiti delle tolleranze previste dalle norme vigenti o dal progettista del dispositivo all'atto della richiesta di omologazione.
All'atto dell'impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali, le caratteristiche costitutive dei materiali impiegati dovranno essere certificate mediante prove di laboratorio.
Dovranno inoltre essere allegate le corrispondenti dichiarazioni di conformità dei produttori alle relative specifiche tecniche di prodotto.
Le barriere e gli altri dispositivi di ritenuta omologati ed installati su strada dovranno essere identificati attraverso opportuno contrassegno, da apporre sulla barriera (almeno uno ogni 100 metri di installazione) o sul dispositivo, e riportante la denominazione della barriera o del dispositivo omologato, il numero di omologazione ed il nome del produttore. Una volta conseguita l'armonizzazione della norma EN 1317 e divenuta obbligatoria la marcatura CE, le informazioni da apporre sul contrassegno saranno quelle previste nella stessa norma EN 1317, parte 5.
Nell'installazione sono tollerate piccole variazioni, rispetto a quanto indicato nei certificati di omologazione, conseguenti alla natura del terreno di supporto o alla morfologia della strada (ad esempio: infissione ridotta di qualche paletto o tirafondo; inserimento di parte dei paletti in conglomerati cementizi di canalette; eliminazione di supporti localizzati conseguente alla coincidente presenza di caditoie per l'acqua o simili). Altre variazioni di maggior entità e comunque limitate esclusivamente alle modalità di ancoraggio del dispositivo di supporto sono possibili solo se previste in progetto, come riportato nell'art.6.
Alla fine della posa in opera dei dispositivi, dovrà essere effettuata una verifica in contraddittorio da parte della ditta installatrice, nella persona del suo Responsabile Tecnico, e da parte del committente, nella persona del Direttore Lavori anche in riferimento ai materiali costituenti il dispositivo. Tale verifica dovrà risultare da un certificato di corretta posa in opera sottoscritto dalle parti.

Articolo 6

Criteri di scelta dei dispositivi di sicurezza stradale

Ai fini della individuazione delle modalità di esecuzione delle prove d'urto e della classificazione delle barriere di sicurezza stradale e degli altri dispositivi di ritenuta, sarà fatto esclusivo riferimento alle norme UNI EN 1317, parti 1, 2, 3 e 4.

La scelta dei dispositivi di sicurezza avverrà tenendo conto della loro destinazione ed ubicazione del tipo e delle caratteristiche della strada nonché di quelle del traffico cui la stessa sarà interessata, salvo per le barriere di cui al punto c) dell'art. 1 delle presenti istruzioni, per le quali dovranno essere sempre usate protezioni delle classi H2, H3, H4 e comunque in conformità della vigente normativa sulla progettazione, costruzione e collaudo dei ponti stradali. Sarà in particolare controllata la compatibilità dei carichi trasmessi dalle barriere alle opere con le relative resistenze di progetto.
Per la composizione del traffico, in mancanza di indicazioni fornite dal committente, il progettista provvederà a determinarne la composizione sulla base dei dati disponibili o rilevabili sulla strada interessata (traffico giornaliero medio), ovvero di studio previsionale.
Ai fini applicativi il traffico sarà classificato in ragione dei volumi di traffico e della prevalenza dei mezzi che lo compongono, distinto nei seguenti livelli:

Tipo di traffico	TGM	% Veicoli con massa >3,5 t
I	≤1000	Qualsiasi
I	>1000	≤ 5
II	>1000	5 < n ≤ 15
III	>1000	> 15

Per il TGM si intende il Traffico Giornaliero Medio annuale nei due sensi.
Ai fini applicativi le seguenti tabelle A, B, C riportano – in funzione del tipo di strada, del tipo di traffico e della destinazione della barriera – le classi minime di dispositivi da applicare.
Tabella A – Barriere longitudinali

Tipo di strada spartitraffico	Tipo di traffico laterale	Barriere ponte(1)		Barriere bordo	Barriere bordo
Autostrade (A) e strade extraurbane principali(B)	I	H2		H1	H2
	II	H3	H2	H3	
	III	H3-H4	H2-H3	H3-H4	
Strade extraurbane secondarie(C) e Strade urbane di scorrimento (D)	I	H1		N2	H2
	II	H2		H1	H2
	III	H2		H2	H3
Strade urbane di quartiere (E) e strade locali(F).	I	N2		N1	H2
	II	H1		N2	H2
	III	H1	H1	H2	

(1) Per ponti o viadotti si intendono opere di luce superiore a 10 metri; per luci minori sono equiparate il bordo laterale
(2) La scelta tra le due classi sarà determinata dal progettista Queste prescrizioni sono valide per l'asse stradale e per le zone di svincolo; le pertinenze quali aree di servizio, di parcheggio o le stazioni autostradali, avranno, salvo nel caso di siti particolari, protezioni di classi N2;
Le barriere per i varchi apribili dovranno essere testate secondo quanto precisato nella norma ENV 1317-4 e possono avere classe di contenimento inferiore a quella della barriera a cui sono applicati, per non più di due livelli.

Tabella B – Attenuatori frontali Velocità imposta nel sito da proteggere	Classe degli attenuatori
Con velocità v > 130 km/h	100
Con velocità 90≤ v < 130 km/h	80
Con velocità v < 90 km/h	50

Gli attenuatori dovranno essere testati secondo la norma EN 1317-3
Gli attenuatori si dividono in redirettivi e non-redirettivi, nel caso in cui sia probabile l'urto angolato, frontale o laterale, sarà preferibile l'uso di attenuatori redirettivi.
Particolare attenzione dovrà essere fatta alle zone di inizio barriere, in corrispondenza di una cuspide; esse andranno eseguite solo se necessarie in relazione alla morfologia del sito o degli ostacoli in esso presenti e protette in questo caso da specifici attenuatori d'urto. (salvo nelle cuspidi di rampe che vanno percorse a velocità < 40 km/h). Ogniqualvolta sia possibile si preferiranno soluzioni di minore pericolosità quali letti di arresto o simili, da testare con la sola prova tipo TB11 della norma EN 1317, con ingresso frontale in asse alla fascia costituita dal letto d'arresto da testare, che potrà poi essere usato con maggiore larghezza e/o lunghezza dei minimi testati.

I terminali semplici, definiti come normali elementi iniziali e finali di una barriera di sicurezza, possono essere sostituiti o integrati alle estremità di barriere laterali con terminali speciali testati secondo UNI EN 1317-4, di tipo omologato. In questo caso, la scelta avverrà tenendo conto delle loro prestazioni e della destinazione ed ubicazione, secondo tabella C.

Tabella C – Terminali speciali testati Velocità imposta nel sito da proteggere	Classe dei terminali
Con velocità v > 130 km/h	P3
Con velocità 90≤ v <130 km/h	P2
Con velocità v < 90 km/h	P1

Il progettista delle applicazioni dei dispositivi di sicurezza di cui all'art. 2 del D.M.223/92 nel prevedere la protezione dei punti previsti nell'art.3 definirà le caratteristiche prestazionali dei dispositivi da adottare secondo quanto indicato nelle presenti istruzioni e in particolare la tipologia, la classe, il livello di contenimento, l'indice di severità, i materiali, le dimensioni, il peso massimo, i vincoli, la larghezza di lavoro, ecc., tenendo conto della loro congruenza con, il tipo di supporto, il tipo di strada, le manovre ed il traffico prevedibile su di essa e le condizioni geometriche esistenti.
Le barriere di sicurezza dovranno avere la lunghezza minima di cui all'art. 3, escludendo dal computo della stessa i terminali semplici o speciali, sia in ingresso che in uscita.
Laddove non sia possibile installare un dispositivo con una lunghezza minima pari a quella effettivamente testata (per esempio ponti o ponticelli aventi lunghezze in alcuni casi sensibilmente inferiori all'estensione minima del dispositivo), sarà possibile installare una estensione di dispositivo inferiore a quella effettivamente testata, provvedendo però a raggiungere la estensione minima attraverso un dispositivo diverso (per esempio testato con pali infissi nel terreno), ma di pari classe di contenimento (o di classe ridotta - H3 –nel caso di affiancamento a barriere bordo ponte di classe H4) garantendo inoltre la continuità strutturale. L'estensione minima che il tratto di dispositivo "misto" dovrà raggiungere sarà costituita dalla maggiore delle lunghezze prescritte nelle omologazioni dei due tipi di dispositivo da impiegare
Per motivi di ottimizzazione della gestione della strada, il progettista cercherà di minimizzare i tipi da utilizzare seguendo un criterio di uniformità.
Ove reputato necessario, il progettista potrà utilizzare dispositivi della classe superiore a quella minima indicata; parimenti potrà utilizzare, solo su strade esistenti, barriere o dispositivi di classe inferiore da quelli indicati, se le strade hanno dimensioni trasversali insufficienti, per motivi di riduzione di visibilità al sorpasso o all'arresto, per punti singolari come pile di ponte senza spazio laterale o simili. In questo ultimo caso potrà usare dispositivi in parte difformi da quelli indicati, curando in particolare la protezione dagli urti frontali su detti elementi strutturali.
Per le strade esistenti o per allargamenti in sede di strade esistenti il progettista potrà prevedere la collocazione dei dispositivi con uno spazio di lavoro (inteso come larghezza del supporto a tergo della barriera) necessario per la deformazione più probabile negli incidenti abituali della strada da proteggere, indicato come una frazione del valore della massima deformazione dinamica rilevato nei crash test; detto spazio di lavoro non sarà necessario nel caso di barriere destinate a ponti e viadotti, che siano state testate in modo da simulare al meglio le condizioni di uso reale, ponendo un vuoto laterale nella zona di prova; considerazioni analoghe varranno per i dispositivi da bordo laterale testati su bordo di rilevato e non in piano, fermo restando il rispetto delle condizioni di prova.
Il progettista dovrà inoltre curare con specifici disegni esecutivi e relazioni di calcolo l'adattamento dei singoli dispositivi alla sede stradale in termini di supporti, drenaggio delle acque, collegamenti tra diversi tipi di protezione, zone di approccio alle barriere, punto di inizio e di fine in relazione alla morfologia della strada per l'adeguato posizionamento dei terminali, interferenza e/o integrazione con altri tipi di barriere, ecc.
Per le strade di nuova progettazione, varrà anche quanto previsto dalle norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade, approvate con il D.M. 5.11.01, fermo restando quanto detto in precedenza in merito agli spazi di lavoro probabile ed ai dispositivi già testati in modo da simulare al meglio, nel funzionamento, le condizioni di uso reale.
Articolo 7
Omologazione delle barriere e dei dispositivi
L'omologazione di qualsiasi tipo di barriera o altro dispositivo deve essere richiesta al Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, con apposita domanda che deve essere corredata dai seguenti documenti in duplice copia.
a) progetto, firmato da un ingegnere iscritto all'Albo professionale, comprendente una relazione tecnica sui criteri di dimensionamento e funzionamento strutturale e sulle caratteristiche funzionali e geometriche del manufatto con sintesi delle risultanze delle prove sperimentali sostenute secondo quanto disposto nelle presenti istruzioni e in funzione delle installazioni su strada.
Nella relazione sarà indicato in particolare:

nome e ragione sociale del richiedente che propone il dispositivo;
tipo e classi per le quali si richiede l'omologazione;
caratteristiche specifiche che individuano il prodotto;
caratteristiche opportunamente definite dei materiali costituenti il manufatto, i sistemi di supporto o di ancoraggio ed i rivestimenti protettivi;
modalità di installazione.
b) documentazione grafica del manufatto comprendente i disegni d'insieme e di tutti i componenti, opportunamente quotati, il trattamento delle estremità (terminali semplici) includente eventuali ancoraggi usati nelle prove.
c) certificazione delle prove sostenute sul prototipo e sui materiali che lo compongono, tali da definire la appartenenza alle classi previste dalle norme applicabili vigenti.
manuale per l'utilizzo e l'installazione del manufatto.
La domanda può essere presentata da produttori, da enti gestori delle strade, da progettisti o da società di progettazione, in forma singola o associata Ad omologazione avvenuta il titolare della stessa potrà autorizzare uno o più produttori certificati in qualità a costruire il dispositivo omologato.
I dispositivi, omologati o meno secondo il presente decreto o secondo il DM 03.06.1998, per essere utilizzati operativamente sulle strade italiane, dovranno essere costruiti da produttori dotati di un sistema di controllo della produzione in fabbrica certificato ai sensi delle norme della serie ISO EN 9000:2000, con specifico riferimento alla produzione di barriere.
Articolo 8
Modalità di prova dei dispositivi di ritenuta e criteri di giudizio ai fini dell'omologazione
L'idoneità dei dispositivi di ritenuta, ai fini indicati all'art.. 7, è subordinata al superamento di prove su prototipi in scala reale, eseguite presso campi prove attrezzati dotati di certificazione secondo le norme EN 17025, sia italiani sia di Paesi aderenti allo Spazio economico europeo.
Le modalità delle prove, il numero e le caratteristiche dei veicoli da impiegare, nonché le altre condizioni richieste per l'accettazione dovranno rispondere alle disposizioni della norma europea EN 1317 parti 1, 2, 3,4 e suoi successivi aggiornamenti.
Il campo prova autorizzato effettuerà le prove dopo aver verificato la rispondenza del prototipo installato con il progetto depositato ed al termine delle stesse rilascerà i rapporti di prova inserendo negli stessi i risultati e la loro rispondenza o meno ai valori previsti dalle suddette norme.
I criteri di giudizio da applicare ai fini del rilascio dell'omologazione corrispondono ai criteri di accettazione delle prove d'urto della norma EN 1317 parti 2. 3 e 4..

Caratteristiche di resistenza agli urti
Le barriere, nel caso di nuovo impianto, o comunque significativi interventi, dovranno avere caratteristiche di resistenza almeno pari a quelle richieste dal D.M. LL.PP. 15.10.1996, D.M. LL.PP. del 3.06.98 (tabella A) per il tipo di strada, di traffico e ubicazione della barriera stessa .
Le caratteristiche predette saranno verificate dalla D.L. sulla base dei "Certificati di omologazione" esibiti dall'Appaltatore ed ottenuti in base ai disposti del D.M. del 15.10.1996, del D.M. del 3/6/98, oppure del D.M. LL.PP. del 11/6/99, ovvero, nel caso di non avvenuta omologazione e/o nelle more del rilascio di essa l'Appaltatore dovrà fornire alla D.L. un'idonea documentazione dalla quale risulti che ognuna delle strutture da impiegare nel lavoro ha superato con esito positivo, le prove dal vero (crash test) effettuate secondo le procedure fissate dai citati DD.MM nonché copia autentica della richiesta di omologazione della barriera inoltrata al Ministero dei Lavori Pubblici – Ispettorato generale per circolazione e la sicurezza stradale.
Le prove dovranno essere state effettuate presso i campi prove autorizzati come da Circolare del Ministero LL.PP. n°4622 del 15.10.1996.
La predetta documentazione dovrà essere consegnata alla D.L. prima della consegna dei lavori.
I materiali da impiegare nei lavori dovranno corrispondere ai requisiti di seguito prefissati:
a) <u>materiali metallici in genere:</u> saranno esenti da scorie, soffiature e da qualsiasi altro difetto; gli acciai per c.a., c.a.p.. e carpenteria metallica dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche emanate con D.M. 14.02.1992 in applicazione dell'art. 21 della legge 05/11/1971 n°1086; tutti gli elementi metallici costituenti la barriera devono essere in acciaio di qualità non inferiore a S235JR (Fe360), zincato a caldo nel rispetto della norma UNI EN ISO 1461, la bulloneria zincata a caldo secondo la norma UNI 3740, dovrà essere della classe 8.8 ad alta resistenza qualora non diversamente indicato nei certificati di prova al vero.
Nel caso di forniture di barriere di sicurezza corredate da certificazioni di prove dal vero, la classe della bulloneria e le caratteristiche dimensionali di tutti i singoli componenti saranno esattamente quelle indicate nei disegni allegati ai certificati medesimi.
b) <u>barriere metalliche: avranno i seguenti requisiti:</u>
Acciaio Impiegato
Le qualità da utilizzare dovranno essere quelle previste dalla Norma EN 10025; UNI 7070/82; DIN 17100/80; NF A 35501/83; BS 4360/86. Sono ammessi acciai con stesse caratteristiche e qualità pur con riferimenti a norme diverse, ma corrispondenti.

Attitudine alla zincatura e composizione chimica
Il prodotto dovrà avere attitudine alla zincatura secondo quanto previsto dalla Norma NF 35.503. CL-2. La composizione chimica del prodotto deve rispecchiare i valori analitici della Norma di riferimento.
Tolleranze di spessore
Le tolleranze di spessore ammesse sono quelle della norma EN 10051/91.
Collaudi e documenti tecnici
La qualità delle materie prime deve essere certificata dai relativi Produttori o da Enti o Laboratori Ufficiali di cui all'Art. 20 L. 1086/71 o autorizzati con Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici. Tutte le barriere dovranno essere identificabili con il nome del produttore. Se omologate, dovranno riportare la classe di appartenenza e la sigla di omologazione, nel tipo e numero progressivo.

Barriere di sicurezza a doppia onda

La barriera sarà costituita da una serie di sostegni in profilato metallico, da una o più fasce orizzontali metalliche sagomate a doppia onda, con l'interposizione di opportuni elementi distanziatori o travi di ripartizione.
Le fasce saranno costituite da nastri metallici di lunghezza compresa tra 3,00 e 4,00 m muniti, all'estremità, di una serie di 9 fori per assicurare gli ancoraggi al nastro successivo e al sostegno, aventi spessore minimo di mm. 2,5, altezza effettiva non inferiore a mm. 300. sviluppo non inferiore a mm. 475 e modulo di resistenza non inferiore a 25 Kg./cm. Le giunzioni, che dovranno avere il loro asse in corrispondenza dei sostegni, devono essere ottenute con sovrapposizione di due nastri per non meno di 32 cm, eseguita in modo che, nel senso di marcia dei veicoli, la fascia che precede sia sovrapposta a quella che segue.
I montanti metallici, dovranno avere caratteristiche dimensionali e forme indicate nelle relative voci di elenco prezzi. I sostegni verticali potranno essere collegati, nella parte inferiore, da uno o più correnti ferma ruota, realizzati in profilo presso piegato di idonee sezioni e di conveniente spessore.
I distanziatori, del tipo indicato nell'elenco prezzi, saranno interposti tra le fasce ed i montanti prevedendone il collegamento tramite bulloneria e, se previsto nelle configurazioni adottate, con idonei sistemi di sganciamento. La bulloneria, sarà a testa tonda ad alta resistenza, qualora non diversamente indicato nei certificati di prova al vero; la piastrina copriasola antisfilamento di dimensioni mm. 45x100 e spessore mm. 4.
I sistemi di collegamento delle fasce ai sostegni debbono consentire la ripresa dell'allineamento sia durante la posa in opera sia in caso di cedimenti del terreno, consentendo limitati movimenti verticali ed orizzontali. Ogni tratto sarà completato con pezzi terminali curvi. opportunamente sagomati, in materiale del tutto analogo a quello usato per le fasce.

Barriere di sicurezza a tre curvature (tripla onda)

La barriera metallica stradale di sicurezza a tre nervature, a dissipazione controllata di energia, sarà costituita da una o più fasce orizzontali metalliche sagomate a tripla onda fissate ad una serie di sostegni in profilati metallici.
Le fasce metalliche avranno un profilo a tre nervature con sviluppo non minore di mm. 749 e altezza non minore di mm. 508, larghezza non minore di mm. 82,5 e spessore a mm.2,5. Esse saranno forate nella previsione di installarle su montanti ad interasse di mm. 1500 e mm 2250 o mm 1333 e mm 2000. Dovranno essere fissate ai sostegni in modo che il loro bordo superiore si trovi all'altezza indicata nelle relative configurazioni. Sono previsti elementi strutturali diversi come travi superiori cave, diagonali tubolari interne nel rispetto delle configurazioni e caratteristiche indicate nei documenti e disegni di cui ai certificati di prova (crash test). In particolare le diagonali tubolari devono rimanere completamente interne alla sagoma di ingombro trasversale tra fascia e fascia nel caso di barriere spartitraffico e tra fascia e tenditore posteriore nel caso di barriere singole.
Le giunzioni fra le fasce avranno una sovrapposizione di almeno mm. 320 in modo che, nel senso di marcia dei veicoli, la fascia che precede sia sovrapposta a quella che segue; la congiunzione tra fasce sarà realizzata mediante almeno 12 bulloni, più due bulloni di congiunzione tra fascia e distanziatore.
I montanti metallici dovranno avere caratteristiche dimensionali e forme indicate nelle relative voci dì elenco prezzi.
Tra la fascia metallica ed i montanti saranno interposti idonei elementi distanziatori, dissipatori di energia ed elementi di sganciamento che devono assicurare, per quanto possibile, il funzionamento della barriera a trave continua. I sostegni potranno essere collegati posteriormente da uno o più tenditori; i sistemi di fissaggio delle fasce ai sostegni debbono consentire la ripresa dell'allineamento sia durante la posa in opera sia in caso di cedimenti del terreno, consentendo limitati movimenti di regolazione verticale ed orizzontale.
Il distanziatore dovrà collegarsi all'elemento di sganciamento ed al sostegno verticale tramite due bulloni; se previsto nelle configurazioni certificate, o in casi particolari è consentito l'utilizzo di distanziatori accorciati di larghezza non inferiore di mm.340.
I sistemi di attacco (bulloni e copriasola) debbono impedire che, per effetto di allargamento dei fori possa verificarsi lo sfilamento delle fasce, saranno costituiti da bulloneria a testa tonda ad alta resistenza, o comunque come indicato nei certificati di prova al vero; la piastrina copriasola antisfilamento di dimensioni minime mm 45x100 e spessore 5 mm.

I sostegni verticali potranno essere collegati nella parte inferiore, da uno o più correnti ferma ruota realizzati In profilo pressopiegato di sezione e spessore indicato nei certificati di prova.

Art. 34 NORME PER IL CONTENIMENTO DELL' INQUINAMENTO ACUSTICO

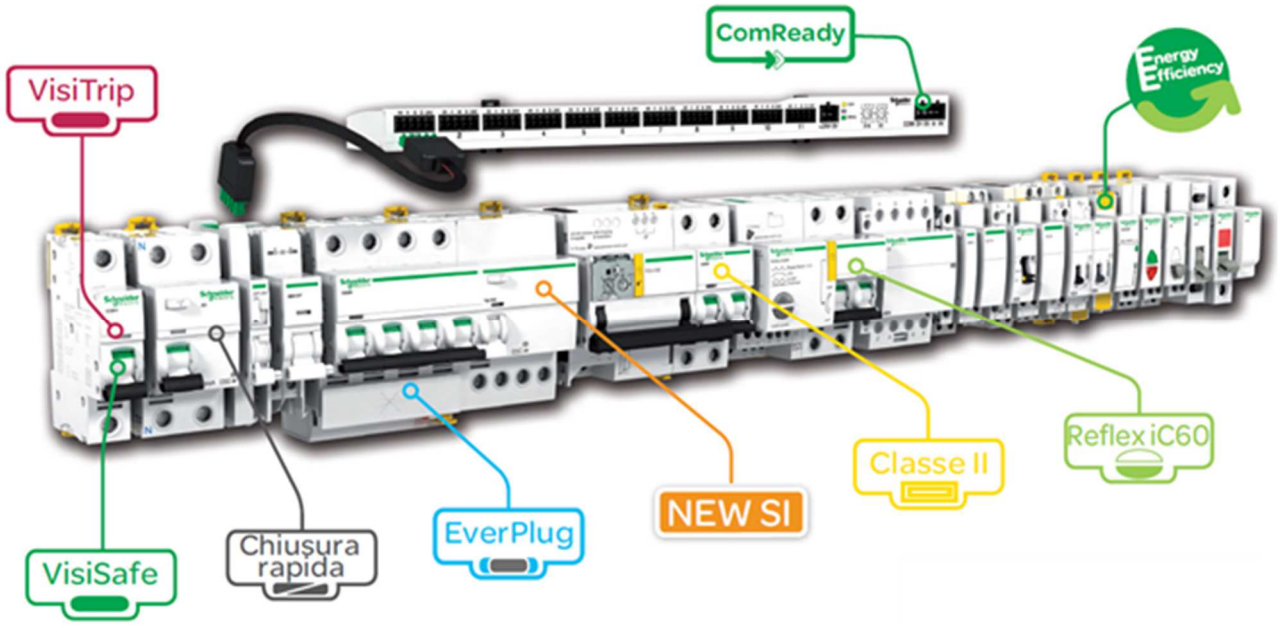
Al fine di contenere il livello di inquinamento acustico entro i limiti imposti dalla legislazione vigente, in ottemperanza all'ordinanza sindacale n. 630/30250 dell' 8.9.1992, dovranno essere rispettati i seguenti limiti:

1) Motocompressori, gru a torre, gruppi elettrogeni e martelli demolitori azionati a mano, escavatori idraulici e a funi, apripista e pale caricatrici utilizzati per compiere lavori nei cantieri edili e di qualsiasi altro genere non possono essere impiegati qualora non in possesso di tutti i requisiti previsti dalle normative C.E.E., recepite con Decreti Legislativi n. 135 e n. 137 del 27.1.1992;
2) Gli orari di lavoro dei cantieri edili, salvo deroghe per casi particolari che dovranno essere concesse in forma espressa con provvedimento del Sindaco, sono i seguenti:
   inizio lavori ore 07,30 - fine lavori ore 19,30 tutti i giorni, compresi domenicali e festivi;
3) Gli orari di lavoro dei cantieri stradali, salvo deroghe per casi particolari che dovranno essere concesse in forma espressa con provvedimento del Sindaco, sono i seguenti:
   inizio lavori ore 06,00 - fine lavori ore 22,00 tutti i giorni, compresi domenicali e festivi;
4) Nelle restanti fasce orarie, nonché nella fascia oraria compresa tra le ore 19,30/22,00 e le ore 07,00/6,00, le attività che producano rumore superiore ai limiti stabiliti dalla normativa vigente potranno essere svolte previo ottenimento della autorizzazione in forma espressa del Sindaco che stabilirà opportune prescrizioni per limitare l'inquinamento acustico, dietro parere della locale U.S.S.L.;
5) Le prescrizioni particolari inerenti deroghe alle normative sull'inquinamento acustico ed all'orario di lavoro generale dovranno essere indicate in modo visibile sull'apposito cartello che deve essere presente in ogni cantiere.

Art. 35 SPECIFICHE TECNICHE

SPECIFICA TECNICA GENERALE

PER INTERRUTTORI AUTOMATICI MODULARI DI BASSA TENSIONE
da 0,5 a 63 A



PRESCRIZIONI GENERALI

SCOPO

- La presente specifica ha lo scopo di definire i requisiti fondamentali per la fornitura degli interruttori modulari installati nei quadri di Bassa Tensione necessari al funzionamento dell'impianto.

NORME DI RIFERIMENTO

- Le normative di riferimento per i dispositivi di protezione dovranno essere le seguenti:
-
  - CEI EN 60898-1: norma per interruttori automatici per la protezione contro le sovracorrenti in impianti per uso domestico e similare
  - CEI EN 61008-1: norma per interruttori automatici differenziali
  - CEI EN 61009-1: norma per interruttori automatici differenziali con integrata la protezione contro le sovracorrenti in impianti per uso domestico e similare
  - CEI EN 60947-2: norma per interruttori automatici per la protezione contro le sovracorrenti in impianti di tipo industriale
- Le caratteristiche costruttive ed elettriche degli interruttori dovranno essere indicate nel catalogo del costruttore.

DATI AMBIENTALI

- Gli interruttori magnetotermici e i dispositivi di protezione differenziali dovranno essere in grado di funzionare nelle condizioni d'inquinamento corrispondenti al grado d'inquinamento 3 per gli ambienti industriali come indicato dalla norma CEI EN 60947-2.
- Tropicalizzazione apparecchiature: esecuzione T2 secondo norma CEI EN 60068-1 (umidità relativa 95% a 55° C).

CARATTERISTICHE TECNICHE GENERALI

-
- Gli interruttori magnetotermici e i dispositivi differenziali modulari dovranno avere un aggancio bistabile adatto al montaggio su guida simmetrica DIN.
- L'aggancio alla guida DIN dovrà essere eseguito tramite clip di fissaggio sul lato superiore e inferiore della guida.
- I morsetti dovranno essere dotati di un dispositivo di sicurezza isolante che evita l'introduzione di cavi a serraggio eseguito: questo dispositivo di protezione dovrà impedire la caduta accidentale di materiale conduttivo nel morsetto. Inoltre l'interno dei morsetti dovrà essere zigrinato in modo da assicurare una migliore tenuta del cavo.
- Le viti potranno essere serrate con utensili dotati di parte terminale sia a taglio che a croce.
- L'alimentazione dei dispositivi dovrà essere possibile sia da monte che da valle.
- I dispositivi dovranno essere dotati di indicatore meccanico sul fronte che permetta di distinguere l'apertura manuale del dispositivo dall' intervento su guasto.
- Ad interruttore installato in quadro dotato di fronte, dovrà essere possibile poter dichiarare il quadro con classe d'isolamento II anche in caso di portella del quadro aperta.

INTERRUTTORI MAGNETOTERMICI

- I dispositivi dovranno essere conformi alla normativa CEI EN 60947-2 e CEI EN 60898-1.

Gli interruttori dovranno essere in categoria A (in conformità con le prescrizioni della norma CEI EN 60947-2).

Dovranno essere disponibili con potere di interruzione secondo la norma CEI EN 60947-2 fino a:

- 100 kA per interruttori con In≤ 4 A multipolari a 400 V CA e unipolari a 230 V CA
- 25 kA per interruttori con 6≤ In≤ 25 A multipolari a 400 V CA e unipolari a 230 V CA
- 20 kA per interruttori con 32≤ In≤ 40 A multipolari a 400 V CA e unipolari a 230 V CA
- 15 kA per interruttori con 50≤ In≤ 63 A multipolari a 400 V CA e unipolari a 230 V CA

- e potere di interruzione secondo CEI EN 60898-1 fino a 15000 A.
-
- Gli interruttori modulari aventi larghezza di 18mm per polo, dovranno essere disponibili in taglie di corrente normalizzate fino a 63 A, con numero di poli da 1 a 4 con taratura fissa.
-

Dovrà essere possibile collegare cavi di sezione:

- ≤ 16 mm² per cavi flessibili e ≤ 25 mm² per cavi rigidi, per interruttori con In≤ 25 A
- ≤ 25 mm² per cavi flessibili e ≤ 35 mm² per cavi rigidi, per interruttori con In≤ 63 A

- Le caratteristiche di intervento secondo CEI EN 60947-2 dovranno essere le seguenti:
  - curva B, con intervento magnetico pari a 4In ± 20%
  - curva C, con intervento magnetico pari a 8In ± 20%

- curva D, con intervento magnetico pari a 12In ± 20
- curva K, con intervento magnetico pari a 12In ± 20
- curva Z, con intervento magnetico pari a 3In ± 20

- Per una facile e rapida manutenzione dell'impianto, a dispositivo installato in quadro con fronte montato, dovranno essere visibili i seguenti dati dell'interruttore:
  - modello di interruttore installato
  - curva di intervento
  - corrente nominale del dispositivo
  - potere di interruzione secondo norma domestica (CEI EN 60898-1) e norma industriale (CEI EN 60947-2)
  - schema elettrico

Dovranno inoltre essere riportati sull'interruttore le seguenti caratteristiche:

- temperatura di riferimento secondo CEI EN 60947-2
- grado di inquinamento
- tensione d'isolamento (Ui)
- tenuta all'impulso (Uimp)
- indicazione sulla coppia di serraggio raccomandata dal costruttore

- Gli interruttori dovranno garantire i seguenti livelli di prestazione, definiti dalla CEI EN 60947-2:
  - Idoneità al sezionamento
  - Tensione di isolamento nominale: 500V
  - Grado di inquinamento: 3
  - Tenuta ad impulso: 6kV
-
- Tutti gli interruttori automatici modulari dovranno avere lo stesso profilo e altezza totale, per tutte le correnti nominali disponibili, per assicurare un'ottima installazione e condizione di connessione.
-
- Al fine di garantire massima sicurezza, la posizione dei contatti dovranno essere chiaramente indicate e marcate sul fronte del dispositivo:
- -"I.ON", a significare che il circuito è sotto tensione
- -"O.OFF", a significare che il circuito è sezionato.
- Il sezionamento visualizzato dovrà inoltre essere realizzato tramite interblocco meccanico che permetta di visualizzare la posizione dei contatti sopra descritta solo in caso di effettiva apertura dei contatti interni.
-
- Per assicurare un ciclo di vita più lungo possibile, i meccanismi interni dell'interruttore dovranno essere realizzati in modo che la velocità di chiusura dei contatti sia indipendente dall'operazione dell'operatore.

AUSILIARI ELETTRICI

- Gli interruttori dovranno poter essere associati ai seguenti ausiliari elettrici:
  - Contatti di segnalazione apertura-chiusura dell'interruttore associato (240÷415 V CA)
  - Contatti di segnalazione sgancio dell'interruttore associato (240÷415 V CA)
  - Contatti di segnalazione aperto chiuso e sganciato integrati nello stesso dispositivo (240÷415 V CA)
  - Contatti di segnalazione aperto chiuso e sganciato integrati nello stesso dispositivo (24 V CC)
  - Bobine di sgancio: minima tensione, massima tensione, a lancio di corrente
  - Telecomando, dovrà poter essere associato ad interruttori magnetotermici anche in presenza di eventuale blocco differenziale montato.
  - Ausiliario di riarmo automatico: dovrà essere possibile, dopo un apertura su guasto, eseguire un ultimo tentativo manuale di riarmo a distanza.

INTERRUTTORI DIFFERENZIALI
INTERRUTTORI DIFFERENZIALI PURI

- Gi interruttori dovranno essere conformi alla normativa CEI EN 61008-1.
-
- Gli interruttori modulari, aventi larghezza di 18mm per polo, dovranno essere disponibili in taglie di corrente normalizzate fino a 100 A, e disponibili in versione 2 e 4 poli.
-
- Tipo di impiego disponibili:

- Tipo AC, per assicurare l'apertura su guasto per correnti alternate sinusoidali differenziali,
- Tipo A, assicura l'apertura su guasto per correnti alternate sinusoidali differenziali e per correnti unidirezionali differenziali pulsanti
- Tipo A ad elevata immunità contro i disturbi ed elevata protezione contro gli ambienti aggressivi, per assicurare l'apertura su guasto per correnti alternate sinusoidali differenziali e per correnti unidirezionali differenziali pulsanti anche in presenza di condizioni ambientali inquinate.

-

Livelli di immunita 8/20µs:

- Tipi AC e A
  - 250 A per dispositivi istantanei
  - 3kA per dispositivi selettivi
- Tipi ad alta immunità contro i disturbi:
  - 3kA per dispositivi istantanei
  - 5kA per dispositivi selettivi

-

Dovrà essere possibile collegare cavi di sezione:

- ≤ 25 mm² per cavi flessibili e ≤ 35 mm² per cavi rigidi

- Per una facile e rapida manutenzione dell'impianto, a dispositivo installato in quadro con fronte montato, dovranno essere visibili i seguenti dati dell'interruttore:
  - modello di interruttore installato
  - corrente nominale del dispositivo
  - tipo di impiego
  - schema elettrico
  - sensibilità differenziale
  - codice dell'interruttore

Dovranno inoltre essere riportati sull'interruttore le seguenti caratteristiche:

- normativa di riferimento
- indicazione sulla coppia di serraggio raccomandata dal costruttore

- Gli interruttori dovranno garantire i seguenti livelli di prestazione, definiti dalla CEI EN 60947-2:
  - Idoneità al sezionamento
  - Tensione di isolamento nominale: 500V
  - Grado di inquinamento: 3
  - Tenuta ad impulso: 6kV

-

- Tutti gli interruttori automatici modulari dovranno avere lo stesso profilo e altezza totale, per tutte le correnti nominali disponibili, per assicurare ottima installazione e condizione di connessione.

-

- Al fine di garantire massima sicurezza, la posizione dei contatti dovranno essere chiaramente indicate e marcate sul fronte del dispositivo:
- -"I.ON", a significare che il circuito è sotto tensione
- -"O.OFF", a significare il circuito sezionato.

-

- Per assicurare un ciclo di vita più lungo possibile, i meccanismi interni dell'interruttore dovranno essere realizzati in modo che la velocità di chiusura dei contatti sia indipendente dall'operazione dell'operatore.

AUSILIARI ELETTRICI

- Gli interruttori dovranno poter essere associati ai seguenti ausiliari elettrici:
  - Contatti di segnalazione apertura-chiusura dell'interruttore associato (240÷415 V CA)
  - Contatti di segnalazione sgancio dell'interruttore associato (240÷415 V CA)
  - Contatti di segnalazione aperto chiuso e sganciato integrati nello stesso dispositivo (240÷415 V CA)
  - Contatti di segnalazione aperto chiuso e sganciato integrati nello stesso dispositivo (24 V CC)
  - Bobine di sgancio: minima tensione, massima tensione, a lancio di corrente
  - Ausiliario di riarmo automatico: dovrà essere possibile, dopo un apertura su guasto, eseguire un ultimo tentativo manuale di riarmo a distanza.

-

BLOCCHI DIFFERENZIALI

- Gi interruttori dovranno essere conformi alla normativa CEI EN 61009-1.
-
- Gli interruttori dovranno essere disponibili in taglie di corrente normalizzate fino a 63 A, e disponibili in versione 2, 3e 4 poli.
- Tipo di impiego disponibili:
  - Tipo AC, per assicurare l'apertura su guasto per correnti alternate sinusoidali differenziali,
  - Tipo A, assicura l'apertura su guasto per correnti alternate sinusoidali differenziali e per correnti unidirezionali differenziali pulsanti
  - Tipo A ad elevata immunità contro i disturbi e elevata protezione contro gli ambienti aggressivi, per assicurare l'apertura su guasto per correnti alternate sinusoidali differenziali e per correnti unidirezionali differenziali pulsanti anche in presenza di condizioni ambientali inquinate.

Livelli di immunita 8/20µs:

- Tipi AC e A
  - 250 A per dispositivi istantanei
  - 3kA per dispositivi selettivi
- Tipi ad alta immunità contro i disturbi:
  - 3kA per dispositivi istantanei
  - 5kA per dispositivi selettivi

-

Dovrà essere possibile collegare cavi di sezione:

- ≤ 16 mm² per cavi flessibili e ≤ 25 mm² per cavi rigidi, per interruttori con In≤ 25 A
- ≤ 25 mm² per cavi flessibili e ≤ 35 mm² per cavi rigidi, per interruttori con In≤ 63 A

- A dispositivo installato in quadro con fronte montato, dovranno essere visibili i seguenti dati dell'interruttore:
  - modello di interruttore installato
  - tipo di impiego
  - schema elettrico
  - sensibilità differenziale
  - codice dell'interruttore

Dovranno inoltre essere riportati sull'interruttore le seguenti caratteristiche:

- normativa di riferimento
- corrente nominale
- indicazione sulla coppia di serraggio raccomandata dal costruttore

- Gli interruttori dovranno garantire i seguenti livelli di prestazione, definiti dalla CEI EN 60947-2:
  - Tensione di isolamento nominale: 500V
  - Grado di inquinamento: 3
  - Tenuta ad impulso: 6kV

-

- Per blocchi differenziali fino a 40 A, l'associazione tra blocco Vigi e interruttore magnetotermico dovrà essere realizzata mediante meccanismo di connessione rapida, che eviti il serraggio delle viti di connessione tra differenziale e magnetotermico.

-

- Tutti gli interruttori automatici modulari dovranno avere lo stesso profilo e altezza totale, per tutte le correnti nominali disponibili, per assicurare ottime installazione e condizione di connessione.

-

- Gli interruttori dovranno essere dotati di un opportuno meccanismo per evitare il montaggio del blocco differenziale con interruttori magnetotermici aventi corrente nominale più elevata.

SISTEMA DI COMUNICAZIONE PER APPARECCHI MODULARI

- Il sistema di comunicazione dovrà esser realizzato in modo tale da consentire lo scambio di dati tra apparecchi modulari e sistema di supervisione.

-

- Per ridurre i tempi di cablaggio, rischi e costi, il collegamento del sistema di comunicazione tra quadro elettrico e sistema di supervisione dovrà essere ottenuto per mezzo di un singolo cavo BUS di comunicazione.

-

- Il sistema di comunicazione dovrà essere basato su dei moduli I/O Modbus intelligenti posizionabili tra le file modulari; questi moduli I/O dovranno raccogliere e mandare ordini ai vari dispositivi e dovranno poter essere montati facilmente senza l'utilizzo di utensili specifici.
-
- Per semplificare l'integrazione nel sistema di comunicazione, il modulo I/O d'interfaccia Modbus inserito nel quadro elettrico, dovrà automaticamente adattare i propri parametri di comunicazione al Modbus master.
-

I moduli I/O dovranno essere conformi alla norma CEI EN 61131-2

I moduli I/O dovranno poter memorizzare inoltre:

- Numero di cicli di aperture – chiusure dei dispositivi collegati
- Numero di sganci degli apparecchi di protezione
- Tempo totale di esercizio di un carico
- Consumo complessivo registrato da contatore di energia
- Stima della potenza utilizzata.
- Informazioni derivanti da dispositivi 24 V CC con massimo 100 mA

I moduli I/O dovranno poter essere collegati direttamente ai seguenti tipi di dispositivi ausiliari e di controllo attraverso una connessione plug-in 24 V CC a prova di errore, per permettere velocità di installazione e facilità di espansione del quadro:

- ausiliari di segnalazione aperto-chiuso e sganciato dell'interruttore automatico associato. Questi ausiliari dovrà essere progettato per l'utilizzo in 24 V CC e conforme alla normativa CEI EN 60947-5-4. La corrente nominale minima dovrà essere inferiore ai 5 mA a 24 V CC
- ausiliario di comando 24 V CC per contattore con segnalazione di stato integrato
- ausiliario di comando 24 V CC per relè passo-passo con segnalazione di stato integrato
- telecomando per interruttori magnetotermici
- interruttori magnetotermici con comando integrato

I segnali raccolti dagli ausiliari degli interruttori automatici, (posizione e sganciato), dovranno essere mandati individualmente al sistema di supervisione in modo da provvedere un'informazione accurata e garantire una manutenzione rapida ed efficace.

Al fine di garantire funzionalità addizionali all'utente, per ragioni di sicurezza in caso di manutenzione o in caso di eventuale perdita di comunicazione con il sistema di supervisione, dovrà essere possibile controllare i singoli attuatori tramite sistema di supervisione e tramite comando locale 230 V.

Come conseguenza della possibilità di comando misto remoto e locale, la posizione dell'attuatore dovrà essere segnalata al sistema di supervisione.

Il collegamento tra moduli I/O comunicanti e dispositivi dovrà essere immediatamente leggibile in modo da rendere le operazioni di manutenzione rapide e sicure.

I moduli I/O dovranno avere il 20% di I/O liberi in modo da permettere future estensioni del quadro. L'aggiunta di dispositivi per segnalazione, controllo, misura o regolazione dovrà essere possibile con una connessione rapida e diretta tra dispositivi e moduli I/O.

SPECIFICA TECNICA GENERALE

PER QUADRI DI BASSA TENSIONE

FINO A 630A

PRESCRIZIONI GENERALI

SCOPO

La presente specifica ha lo scopo di definire i requisiti fondamentali per il progetto, le modalità di collaudo e fornitura di quadri elettrici di Bassa Tensione tipo PrismaSeT G di Schneider Electric.

1.1 - LIMITI DI FORNITURA

Ogni quadro sarà completo e pronto al funzionamento entro i seguenti limiti meccanici ed elettrici:

Lamiere di chiusura laterali;
Attacchi per collegamento cavi di potenza compresi; cavi e terminali esclusi;
Morsetteria per collegamento cavi ausiliari esterni compresa; cavi e capicorda esclusi;

1.2 - NORME DI RIFERIMENTO

I quadri di distribuzione dovranno essere progettati, assiemati e collaudati in totale rispetto delle seguenti normative:

- CEI EN 61439-1&2: Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 1: Regole generali e Parte 2: Quadri di potenza.
- CEI EN 60529 : ”Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)”
- CEI EN 62262 : “Gradi di protezione degli involucri per apparecchiature elettriche contro impatti meccanici esterni (IK)”
- I prodotti dovranno inoltre ottemperare alle richieste antinfortunistiche contenute nella legge 1/3/1968 n° 168.
- Tutti i componenti in materiale plastico dovranno rispondere ai requisiti di autoestinguibilità fissati dalle rispettive norme di prodotto.

Inoltre il quadro deve essere testato e qualificato per resistere in condizioni sismiche severe secondo la norma internazionale IEC 60068-3-3.

Le caratteristiche costruttive ed elettriche dei quadri dovranno essere indicate nel catalogo tecnico del costruttore.
A richiesta dovranno essere forniti i certificati delle prove di tipo eseguite su configurazioni di quadro similare e significative per il sistema costruttivo prestabilito.

1.3 - DATI AMBIENTALI

I dati ambientali riferiti al locale chiuso ove deve essere inserito il quadro in oggetto sono:

Temperatura ambiente max +40 °C - min - 5 °C
Umidità relativa 95 % massima
Altitudine < 2000 metri s.l.m.

1.4 - CARATTERISTICHE ELETTRICHE

Tensione nominale di isolamento 1000 V
Tensione nominale di esercizio fino a 690 V
Numero delle fasi 3F + N
Livello nominale di isolamento tensione di prova a frequenza industriale
per un minuto a secco verso terra e tra le fasi 2,5 kV
Tensione nominale di tenuta ad impulso 8 kV
Frequenza nominale 50/60 Hz
Corrente nominale sbarre principali fino a 630 A
Corrente di c.to circuito simmetrico fino a 25 kA
Durata nominale del corto circuito 1sec
Grado di protezione sul fronte fino a IP 55
Grado di protezione a porta aperta IP 20
Accessibilità quadro Fronte
Forma di segregazione max 2b
Tenuta meccanica……min IK07 e max IK10
Tenuta sismica…….fino a livello AG5 (con le necessarie prescrizioni date da costruttore originale)

1.5 - *DATI DIMENSIONALI*

Il quadro deve essere composto da unità modulari aventi dimensioni di ingombro massime:

Larghezza : fino a 870 mm
Profondità : fino a 260 (+30 per maniglia) mm
Altezza : fino a 2030 mm

Si deve inoltre tenere conto delle seguenti distanze minime:

Anteriormente : 800 mm

CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE

2.1 - CARPENTERIA

Il quadro dovrà essere realizzato con montanti in profilati di acciaio e pannelli di chiusura in lamiera ribordata avente una resistenza agli urti adeguata al luogo di installazione, il riferimento per questo valore è l'indice IK definito nella norma CEI EN 62262, non dovrà essere inferiore ad IK07 per i contenitori installati in ambienti ove non sussistano condizioni di rischio di shock, IK08 ove i rischi comportino eventuali danni agli apparecchi ed IK10 negli ambienti ove vi siano probabilità di urti importanti.

Il quadro deve essere chiuso su ogni lato con pannelli asportabili a mezzo di viti.

Il grado di protezione, in funzione del luogo di installazione, deve essere:

≤ IP30 per gli ambienti normali

> IP30 per ambienti ad usi speciali (ove specificato)

In ogni caso, per evitare l'accesso agli organi di manovra di personale non qualificato, dovrà essere prevista una porta frontale dotata di serratura a chiave.

In caso di porte trasparenti, dovrà essere utilizzato cristallo di tipo temperato.

Le colonne del quadro dovranno essere complete di traverse di sollevamento.

Sul pannello frontale ogni apparecchiatura deve essere contrassegnata da targhette indicatrici che ne identificano il servizio.

Tutte le parti metalliche del quadro dovranno essere collegate a terra (in conformità a quanto prescritto dalla citata norma CEI EN 61439-2).

Per quanto riguarda la struttura deve essere utilizzata viteria antiossidante con rondelle auto graffianti al momento dell'assemblaggio, per le piastre frontali sarà necessario assicurarsi che i sistemi di fissaggio comportino una adeguata asportazione del rivestimento isolante.

2.2 - VERNICIATURA

Per garantire un'efficace tenuta alla corrosione ed una buona tenta della tinta nel tempo, la struttura ed i pannelli laterali dovranno essere opportunamente trattati e verniciati.

Questo è ottenuto da un trattamento chimico per fosfatazione delle lamiere seguito da una protezione per cataforesi.

Le lamiere trattate saranno poi verniciate con polvere termoindurente a base di resine epossidiche mescolate con resine poliesteri di colore RAL9003 bucciato e semi lucido con spessore medio di 60 micron.

Il quadro dovrà quindi essere di categoria ambientale C2 in accordo con le condizioni definite dalla IEC 60721-3.

2.3 - DISPOSITIVI DI MANOVRA E PROTEZIONE

Sarà garantita una facile individuazione delle manovre da compiere, che saranno pertanto concentrate sul fronte dello scomparto.

Anche se prevista la possibilità di ispezione dal retro del quadro, tutti i componenti elettrici dovranno essere facilmente accessibili dal fronte mediante pannelli avvitati o incernierati.

Sul pannello anteriore dovranno essere previste feritoie per consentire il passaggio degli organi di comando.

Gli strumenti e lampade di segnalazione dovranno essere montate sui pannelli frontali.

Per facilitare la manutenzione, tutte le piastre frontali dovranno essere montate su appositi profili che consentano un accesso rapido oppure accessoriate di cerniere.

Le distanze, i dispositivi e le eventuali separazioni metalliche dovranno impedire che interruzioni di elevate correnti di corto circuito o avarie possano interessare l'equipaggiamento elettrico montato in vani adiacenti.

In ogni caso, dovranno essere garantite le distanze prescritte dai perimetri di sicurezza imposti dal costruttore degli apparecchi.

Tutti i componenti elettrici ed elettronici dovranno essere contraddistinti da targhette di identificazione conformi a quanto indicato dagli schemi.

Salvo diversa indicazione del progettista e/o richiesta nella specifica di progetto, deve essere previsto uno spazio pari al 20 % dell'ingombro totale che consenta eventuali ampliamenti senza intervenire sulla struttura di base ed i relativi circuiti di potenza.

2.4 - COLLEGAMENTI DI POTENZA

Le sbarre e i conduttori dovranno essere dimensionati per sopportare le sollecitazioni termiche e dinamiche corrispondenti ai valori della corrente nominale e per i valori delle correnti di corto circuito richiesti.

Per i sistemi sbarre da 125A a 630 A, dovranno essere utilizzati sistemi sbarre compatti ed interamente isolati in modo da poter permettere la realizzazione di quadri in forma 2 anche nel caso di posizionamento sul fondo, per installazione in canalina laterale potranno essere utilizzati sistemi tradizionali

L'interasse tra le fasi e la distanza tra i supporti sbarre dovranno essere assegnati e regolamentati dal costruttore in base alle prove effettuate presso laboratori qualificati.

2.5 - DERIVAZIONI

Per correnti da 160 a 630A dovranno essere utilizzati collegamenti prefabbricati forniti dal costruttore del quadro, dimensionati in base all'energia specifica limitata dall'interruttore stesso, collegati direttamente al sistema sbarre e completamente protetti contro i contatti diretti.

Se garantita dal costruttore, sarà ammessa l'alimentazione da valle delle apparecchiature.

Per l'alimentazione delle apparecchiature modulari con correnti nominali fino a 50 A, dovranno essere utilizzati appositi ripartitori fissati alle guide modulari, alimentati tramite connessioni prefabbricate o collegati direttamente a sistemi sbarre posizionati sul fondo del quadro e totalmente protetti contro i contatti diretti.

Tali ripartitori dovranno consentire, mediante l'utilizzo di morsetti a molla, l'aggiunta di eventuali future derivazioni o la ridistribuzione dei carichi su diverse fasi senza dover accedere al sistema sbarre principale.

Per l'alimentazione delle altre apparecchiature potranno essere utilizzate morsettiere di ripartizione dello stesso marchio del costruttore originale del quadro.

Tutti i cavi di potenza, superiori a 50 mmq, entranti o uscenti dal quadro non dovranno avere interposizione di morsettiere; si dovranno attestare direttamente ai morsetti degli interruttori che dovranno essere provvisti di specifici coprimorsetti. L'ammaraggio dei cavi deve essere previsto su specifici accessori di fissaggio.

Le sbarre dovranno essere identificate con opportuni contrassegni autoadesivi a seconda della fase di appartenenza così come le corde dovranno essere equipaggiate con anellini terminali colorati.

Tutti i conduttori, anche ausiliari, si dovranno attestare a specifiche morsettiere componibili su guida (con diaframmi dove necessario) adatte ad una sezione di cavo non inferiore a 6 mmq (salvo diversa prescrizione).

2.6 - CONDUTTORE DI PROTEZIONE

Deve essere in barra di rame e dimensionato per sopportare le sollecitazioni termiche ed elettrodinamiche dovute alle correnti di guasto.

Per un calcolo preciso della sezione adatta è necessario fare riferimento al paragrafo 8.4.3.2.2 della già citata norma CEI EN 61439-1&2.

2.7 - COLLEGAMENTI AUSILIARI

Dovranno essere in conduttore flessibile con isolamento pari a 3KV con le seguenti sezioni minime:

4 mmq per i T.A.
2,5 mmq per i circuiti di comando
1,5 mmq per i circuiti di segnalazione e T.V.

Ogni conduttore deve essere completo di anellino numerato corrispondente al numero sulla morsettiera e sullo schema funzionale.

Dovranno essere identificati i conduttori per i diversi servizi (ausiliari in alternata - corrente continua - circuiti di allarme - circuiti di comando - circuiti di segnalazione) impiegando conduttori con guaine colorate differenziate oppure ponendo alle estremità anellini colorati.
Potranno essere consentiti due conduttori sotto lo stesso morsetto solamente sul lato interno del quadro.

I morsetti dovranno essere del tipo a vite per cui la pressione di serraggio deve essere ottenuta tramite una lamella e non direttamente dalla vite.
I conduttori dovranno essere riuniti a fasci entro canaline o sistemi analoghi con coperchio a scatto.

Tali sistemi dovranno consentire un inserimento di conduttori aggiuntivi in volume pari al 25% di quelli installati.
Non è ammesso il fissaggio con adesivi.

2.8 - ACCESSORI DI CABLAGGIO

Si dovranno utilizzare dove possibile accessori di cablaggio tipo Multiclip, Distribloc o Polybloc e pettini di collegamento per gli interruttori modulari.
Per gli interruttori scatolati dovranno essere forniti blocchi di alimentazione e collegamenti prefabbricati al sistema sbarre isolate tipo Powerclip.
La circolazione dei cavi di potenza e/o ausiliari dovrà avvenire all'interno di apposite canaline o sistemi analoghi con coperchio a scatto.
L'accesso alle condutture sarà possibile dal fronte del quadro mediante l'asportazione delle lamiere di copertura delle apparecchiature.

2.9 - COLLEGAMENTI ALLE LINEE ESTERNE

In caso di cassette di distribuzione da parete con linee passanti dalla parte superiore o inferiore dovranno essere previste specifiche piastre passacavi in materiale isolante o in lamiera.

In ogni caso le linee si dovranno attestare alla morsettiera in modo adeguato per rendere agevole qualsiasi intervento di manutenzione.

Le morsettiere non dovranno sostenere il peso dei cavi ma gli stessi dovranno essere ancorati ove necessario a dei specifici profilati di fissaggio.

2.10 - STRUMENTI DI MISURA

Potranno essere del tipo:
elettromagnetico analogico da incasso 72 x 72 mm;
digitale a profilo modulare inseriti su guida Multifix;
Multimetri da incasso 96 x 96 mm della serie Powerlogic, con o senza porta di comunicazione.
Dovranno essere previste piastre frontali con pretranciature a misura per alloggiare da uno fino a sei strumenti di misura sulla stessa fila.

2.11 - COLLAUDI

Le prove di collaudo dovranno essere eseguite secondo le modalità della norma CEI EN 61439-2.
Inoltre il fornitore, a richiesta e se previsto in sede di offerta, dovrà fornire i certificati delle prove di tipo (previste dalla norma CEI EN 61439-1&2) effettuate dal costruttore su prototipi del quadro.

2.12 – SVILUPPO SOSTENIBILE

L'organizzazione del sito produttivo, che sviluppa tutti i lamierati e i componenti del quadro elettrico, deve essere conforme ai requisiti delle norme ISO 9002 e ISO 14001 o applicare un sistema di gestione dell'ambiente nel sito produttivo.
Per i componenti del quadro, il costruttore deve essere in grado di fornire:
- Conformità alle Normative Europee REACH (Registration Evaluation Authorization and Restriction of Chemical Substances).
- Conformità alle Normative Europee Rohs (Restriction of Hazardous Substances), fornendo una dichiarazione Rohs.

SPECIFICA TECNICA GENERALE

PER CHIUSINO TECNICOVER

Distributore di servizi Tecnicover®, totalmente a scomparsa, sia in posizione di riposo sia durante l'utilizzo,provvisto di marcatura CE, certificato secondo EN61439-7 ed EN 124-2 e conforme a D.M. 174/04 (materiali a contatto con l'acqua potabile - per le versioni idriche ed ibride) costituito da:

- chiusino in ghisa sferoidale a norma UNI EN 124-2 classe D 400 prodotto in stabilimenti certificati ISO 9001 e 14001, con luce netta 500x500 mm, progettato specificamente per questo impiego senza lavorazioni successive invalidanti la certificazione.
- Coperchio del chiusino riportante le scritte EN 124-2, D 400, identificazione del produttore e marchio ente terzo certificatore; provvisto di due aperture per uscite cavi o tubi dei servizi distribuiti e munito di 4 elementi elastici, antirumore ed antivibrazione. Unione tra coperchio e telaio assicurata da cerniere smontabili e sostituibili con prodotto posato in opera. Apertura tramite doppio attuatore a gas. Chiusura garantita da serratura di sicurezza a baionetta in acciaio inox con codifica esagonale maschio da 17 mm e dotata di sistema automatico di protezione dalle impurità senza l'ausilio di alcun sportello. Chiavi per apertura in dotazione a ciascun prodotto;
- struttura in acciaio inox AISI 304, dotata di predisposizioni per il fissaggio al pozzetto in CLS con viti in dotazione;
- piastra in acciaio inox AISI 304 a supporto delle apparecchiature dei servizi con esclusivo montaggio elastico a protezione dei componenti e dell'integrità del prodotto anche in caso di urto accidentale.

Inviolabilità anti vandalismo garantita dalla impossibilità di smontaggio componenti a distributore chiuso. Garanzia di utilizzo a coperchio chiuso anche con spine inserite.

Versione con componenti in acciaio inox AISI 316 su richiesta.

Tecnicover® modello ELN10 versione elettrica 5 prese

Quadro IP67

n° 04 presa IEC309 2P+T - 16A - 230V - IP67
n° 01 presa IEC309 3P+N+T - 16A - 400V - IP67
n° 04 interruttore MT 1P+N - 16A - 4,5kA
n° 01 interruttore MT 3P+N - 16A - 4,5kA
n° 01 interruttore ID 4P - 63A - 30mA
n° 01 termostato di controllo per resistenza
n° 01 sezionatore portafusibile con fusibile da 0,5A
n° 01 resistenza anticondensa a semiconduttori
n° 01 cavo alimentazione H07RN-F 5G10 da 1,5 m
n° 01 contenitore derivazione linea con accessori

Si allegano anche schede tecniche di prodotto con dettagli costruttivi e d'installazione.