



# COMUNE DI BIBBIENA

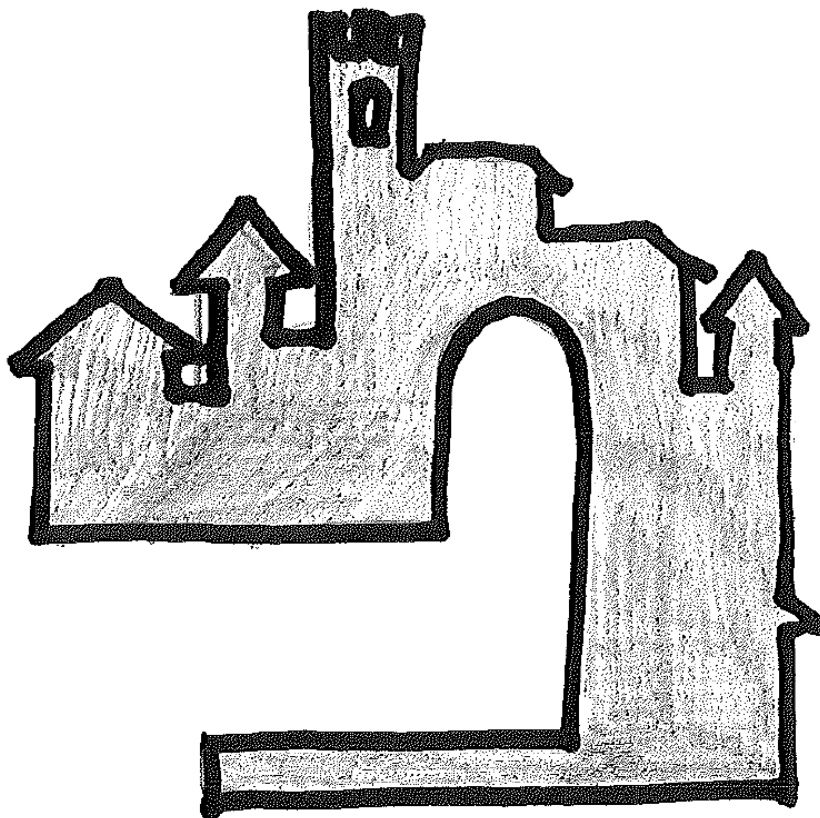
PROVINCIA DI AREZZO

Via Berni 25, 52011 Bibbiena (Ar)

**OGGETTO:**  
**CAPITOLATO SPECIALE D' APPALTO**  
**PARTE TECNICA**

**VISTO:**

**IL RUP**



**PROGETTISTA:**

*Arch Nora Banchi*

*Ing. Guido Rossi*

**DIR. LAVORI:**

**COLLABORATORI:**

**LOCALITA':**

*Serravalle  
e Marciano di Bibbiena (Ar)*

**DATA:**

**LP 550**

**PROGETTO ESECUTIVO:**

**RIQUALIFICAZIONE URBANA DEGLI**  
**ACCESSI PRINCIPALI AI VILLAGGI**  
**DI MARCIANO E SERRAVALLE**

**ELABORATO N°:**

**9**

## CAPITOLO 1 - PAVIMENTAZIONI

### Art. A.1.1 Norme Generali

Le Norme Tecniche di cui al presente capitolo si riferiscono all'esecuzione dei lavori per la sovrastruttura stradale definita sinteticamente di seguito come pavimentazioni. I lavori da eseguire riguardano tutta o solo la parziale larghezza della strada così come previsto dal Progetto Esecutivo e comunque secondo le indicazioni e istruzioni che verranno di volta in volta fornite dalla D.L. o da personale incaricato dalla stessa e addetto alla manutenzione e sorveglianza.

Tutti i lavori occorrenti per dare ultimato le opere appaltate devono essere eseguiti secondo i migliori sistemi e regole dell'arte, con la maggior precisione e regolarità in conformità alle prescrizioni contrattuali, secondo le indicazioni di Progetto e le istruzioni e ordini impartiti all'Impresa dalla Direzione Lavori. E' facoltà della stessa D.L. rifiutare i lavori non eseguiti in conformità del contratto o non a regola d'arte e in base agli ordini impartiti all'Impresa la quale dovrà quindi provvedere, a complete sue spese, alla demolizione e/o ricostruzione di quelle opere o parti di opere che, a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, fossero inaccettabili. Inoltre per ogni categoria di lavoro dovranno essere osservate le prescrizioni speciali contenute nei seguenti articoli.

Ai sensi di quanto disposto dall'art. 31 del Capitolato Generale l'impresa deve uniformarsi alle disposizioni del direttore dei lavori, senza poter sospendere o ritardare il regolare sviluppo dei lavori. In questo senso i singoli tratti di intervento possono essere modificati sia in estensione, lunghezza e località circostante ai tratti indicati in progetto in qualsiasi momento dalla D.L. senza che l'impresa Appaltatrice possa accampare diritti di ogni sorta; i lavori potranno essere eseguiti anche nei giorni di sabato o domenica su semplice richiesta della D.L. senza alcuna maggiorazione o, se necessario, in orario notturno con le compensazioni previste dall'elenco prezzi unitari.

Nei prezzi esposti in elenco prezzi s'intendono compresi le lavorazioni di cui ai successivi punti a) b) c) d) e) che dovranno inoltre essere eseguiti secondo le migliori regole d'arte e in particolare si prescrive quanto segue:

- a) le superfici da bitumare dovranno essere accuratamente pulite prima della spruzzatura dell'emulsione bituminosa per l'ancoraggio del conglomerato bituminoso, la cui stesa anche in più strati dovrà essere effettuata con speciale macchina spruzzatrice.
- b) la pulizia dovrà essere eseguita in particolare lungo i cigli dei piani viabili bitumati esistenti, con allontanamento dei materiali terrosi o ghiaiosi eventualmente presenti sulle superfici bitumate, mediante rasatura meccanica con motorgrader od altro idoneo mezzo meccanico e successiva pulizia con motoscopa o mezzo similare.
- c) i bordi delle superfici da bitumare dovranno essere preventivamente delimitati ed eventualmente rifilati nel caso dovessero riscontrare delle irregolarità a lavoro ultimato.
- d) l'eventuale spruzzatura di emulsione bituminosa
- e) l'asportazione completa del conglomerato bituminoso a freddo presente sulle superfici da pavimentare mediante idoneo mezzo meccanico (bobcat munito di fresa o mezzo similare).

Per interventi di riparazione dell'esistente piano viabile ivi compreso le eventuali ricariche di risagomatura, anche se parziale, eseguita anche come rasatura per la rimessa in sagoma della sezione trasversale della strada le quantità di conglomerato bituminoso da usare per unità di superficie saranno indicate di volta in volta dalla Direzione Lavori in relazione alle effettive necessità.

Eventuali riprese delle superfici bitumate nel caso di abrasioni, asportazioni anche per zone limitate ed ammaloramenti attribuibili a deficiente esecuzione del lavoro, dovranno essere effettuate a totale cura e spese dell'Impresa, prima del collaudo.

La superficie del manto stradale dovrà essere preventivamente ricaricata con materiale idoneo al fine di garantire una perfetta sagoma sia trasversale che longitudinale del successivo manto d'usura e la Direzione lavori si riserva di far eseguire quei tratti anche se parziali o saltuari che l'impresa appaltatrice non ha preventivamente eseguito senza che l'impresa stessa possa accampare diritti o maggiori compensi.

Nell'esecuzione di scarifica del manto stradale e della massicciata stradale fino a quota da destinarsi dalla D.L. non saranno utilizzati mezzi meccanici (quali escavatore-ruspe ecc) se non in caso di effettiva necessità comprovata e comunque autorizzata preventivamente dalla D.L. ma bensì idonea macchina scarificatrice e finitura a mano. Per quei tratti di strada ove è prevista la scarifica della sede stradale o lavorazioni particolari l'impresa appaltatrice dovrà redigere un elaborato planimetrico dettagliato, quotato dello stato esistente previa apposizione di idonei caposaldi nonché dopo fresatura, e gli elaborati stessi dovranno essere consegnati alla D.L. (sempre prima e dopo l'intervento).

Il prelievo di campioni di materiale vario (conglomerato di qualsiasi tipo – misto cementato ecc.) verrà effettuato da personale incaricato dalla D.L. e verrà controfirmato dall'impresa o suo incaricato e depositato nei luoghi indicati dalla Direzione Lavori.

Tale materiale potrà essere utilizzato dalla D.L. per verifiche e analisi.

Il costo per i contenitori dei prelievi è a carico dell'impresa appaltatrice e a tal proposito è fatto obbligo alla stessa di avere sempre nel cantiere di lavoro e nel cantiere di produzione dei componenti bituminosi un adeguato numero di contenitori (provini- cubettiere in legno o metallo ecc). I materiali - le attrezzature ivi comprese quelle tecniche - gli strumenti ed il personale necessario per le misurazioni, verifiche e quant'altro necessita, sono a carico dell'impresa appaltatrice.

Per la verifica ed il controllo dello stato d'avanzamento dei lavori ogni 15 gg l'impresa appaltatrice è tenuta a fornire alla D.L. la contabilità dei lavori eseguiti attraverso disegni esplicativi, rilievi quotati, note di lavoro e quant'altro necessario. lavorativi sia con metodo cartaceo che in supporto informatico. A tal proposito il supporto informatico dovrà essere del tipo da concordarsi con la D.L. e comunque del tipo adottato dalla Società appaltante.

Per i materiali la cui contabilizzazione è prevista a tonnellata la stazione appaltante si riserva di effettuare controlli in un numero illimitato degli automezzi che trasportano il materiale mediante pesatura prima e dopo lo scarico. Tale controllo potrà essere effettuato presso la pesa locale più vicina o anche franco cantiere di produzione del conglomerato e le spese di tale pesature sono a carico della ditta appaltatrice.

Giornalmente verranno prelevati n° 2-3 (due-tre) campioni di materiale qualsiasi e depositati nei magazzini come sopra indicati con indicazione della data e ora – tratto stradale (Km o località precisa) – il tipo di materiale – targa del veicolo trasportatore – temperatura di prelievo e saranno controfirmati da incaricato della Direzione Lavori e da incaricato della ditta appaltatrice.

La conservazione di detti materiali sarà tenuta da personale stradale di questa Società fino all'emissione del certificato definitivo di regolare esecuzione o di collaudo e le spese relative sono a carico dell'impresa appaltatrice. Sono altresì a carico della ditta appaltatrice lo smaltimento di tutti i campioni prelevati ed inutilizzati da parte della stazione appaltatrice a collaudo eseguito ( o regolare esecuzione ).

E' compresa in ogni caso la guardiania del cantiere di lavoro si a diurna che notturna per tutto il periodo necessario al completo processo di lavorazione. Alla consegna lavori sarà onere dell'impresa fornire alla Stazione Appaltante il nominativo e recapiti del personale incaricato che dovrà essere in ogni momento reperibile.

E' compresa la fornitura e posa in opera di tutta la segnaletica verticale ed orizzontale come da norme prescritte dal codice della strada vigente ivi compresa la segnaletica temporanea fino a conclusione completa del ciclo di lavorazione previsto, salvo quanto indicato più restrittivamente dalla Direzione Lavori o dal Coordinatore per la sicurezza.

A tal proposito si precisa che il cantiere potrà essere smobilizzato su parere favorevole della Direzione Lavori.

Gli oneri e prescrizioni di cui al presente articolo, si intendono a totale carico dell'Impresa appaltatrice e compensati nel prezzo previsto per la lavorazione descritta in perizia di spesa [esempio: posa del conglomerato sia esso a peso (tonnellata) o a superficie (metroquadrato) o mc. (metro cubo) o ml. (metrolineare)] o a mqxc (metroquadrato per centimetro) salvo quanto specificato più avanti nelle singole caratteristiche di ogni materiale.

## **Art. A.1.2 Qualità e provenienza dei materiali**

I materiali da impiegare per i lavori compresi nell'appalto dovranno corrispondere, come caratteristiche, a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia; in mancanza di particolari prescrizioni dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio in rapporto alla funzione a cui sono destinati.

Tutti i materiali utilizzati di cui è richiesta la certificazione, dovranno possedere tale certificazione ed essere accompagnati dalla relativa documentazione necessaria. Gli inerti 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 dell'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13242.

Per gli appalti, oggetto anche di fornitura e posa in opera di beni inerenti la sicurezza e la circolazione stradale, si dovrà far riferimento alla Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n° 2357 del 16.05.1996 e successive modifiche.

Per la provvista di materiali in genere, si richiamano espressamente le prescrizioni dell'art. 21 del Capitolato Generale n° 1063/1962. In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione Lavori. I materiali provverranno da località o fabbriche che l'Impresa riterrà di sua convenienza, purché corrispondano ai requisiti di cui sopra.

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

Malgrado l'accettazione dei materiali da parte della Direzione Lavori, l'Impresa resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto può dipendere dai materiali stessi. I materiali da impiegare nei lavori dovranno corrispondere ai requisiti qui di seguito fissati.

### **Acqua**

Dovrà essere dolce, limpida, esente da tracce di cloruri o solfati, non inquinata da materie organiche o comunque dannose all'uso cui le acque medesime sono destinate e rispondere ai requisiti stabiliti dalle norme tecniche emanate con D.M. 27.07.1985 (S.O. alla G.U. n° 113 del 17.05.1986) in applicazione dell'art. 21 della Legge n° 1086 del 05.11.1971.

### **Leganti idraulici**

Dovranno corrispondere alla Legge 26.05.1965 n° 595 (G.U. n° 143 del 10.06.1965) e relativo D.M. 14.01.1966 (G.U. n° 37 del 12.02.1966) "Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici". Si distinguono in:

- 1) Cementi (di cui all'art. 1 lettera A), B) e C) della legge 595/1965).

Dovranno rispondere alle caratteristiche tecniche dettate da:

D.M. 03.06.1968 che approva le "Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi" (G.U. n° 180 del 17.07.1968).

D.M. 20.11.1984 "Modificazione al D.M. 03.06.1968 recante norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi" (G.U. n° 353 del 27.12.1984).

Avviso di rettifica al D.M. 20.11.1984 (G.U. n° 26 del 31.01.1985).

D.I. 09.03.1988 n° 126 "Regolamento del servizio di controllo e certificazione di qualità dei cementi".

Agglomerati cementizi e calci idrauliche (di cui all'art. 1 lettera D) e E) della Legge 595/1965).

Dovranno rispondere alle caratteristiche tecniche dettate da:

D.M. 31.8.1972 che approva le "Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizi e delle calci idrauliche" (G.U. n° 287 del 06.11.1972).

### **Calci aeree - Pozzolane**

Dovranno corrispondere alle "Norme per l'accettazione delle calci aeree", R.D. 16.11.1939 n° 2231, ed alle "Norme per l'accettazione delle pozzolane e dei materiali a comportamento pozzolanico", R.D. 16.11.1939 n° 2230.

### **Ghiaie - Ghiaietti - Pietrischi - Pietrischetti - Sabbie per strutture in muratura ed in conglomerati cementizi**

Dovranno corrispondere alla Norma UNI EN 12620:2003 "Aggregati per calcestruzzo" ed alla Norma UNI EN 13242:2004 "Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade" a seconda dei campi di applicazione.

Le dimensioni dovranno essere sempre le maggiori tra quelle previste come compatibili per la struttura a cui il calcestruzzo è destinato; di norma però non si dovrà superare la larghezza di cm. 5 (per larghezza s'intende la dimensione dell'inerte misurato in una setacciatura) se si tratta di lavori correnti di fondazione; di cm 4 se si tratta di getti per volti, per lavori di elevazione, muri di sostegno, piedritti, rivestimenti di scarpate o simili; di cm. 3 se si tratta di cementi armati e di cm. 2 se si tratta di cappe o di getti di limitato spessore (parapetti, cunette, copertine, ecc.). Per le caratteristiche di forma valgono le prescrizioni riportate nello specifico articolo riguardante i conglomerati cementizi.

– Aggregati e filler da impiegare per il confezionamento di conglomerati bituminosi

Dovranno soddisfare alla Norma UNI EN 13043:2004 "Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti ed altre aree soggette a traffico".

### **Cubetti di pietra**

Dovranno corrispondere ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti "Norme per l'accettazione di cubetti di pietra per pavimentazioni stradali" C.N.R. - Ed. 1954 e nella "Tabella U.N.I. 2719 - Ed. 1945".

### **Cordoni - Bocchette di scarico - Risvolti - Guide di risvolto Scivoli per accessi - Guide e masselli per pavimentazione**

Dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle "Tabelle U.N.I. 2713, 2714, 2715, 2716, 2717, 2718 - Ed. 1945§1.

## Scampoli di pietra da impiegare per fondazioni

Dovranno essere sani e di buona resistenza alla compressione, privi di parti alterate, di dimensioni massime comprese tra 15 e 25 cm. ma senza eccessivi divari fra le dimensioni massime e minime misurate nelle diverse dimensioni.

## Ciotoli da impiegare per i selciati

Dovranno essere sani, duri e durevoli, di forma ovoidale e le dimensioni limite verranno fissate dalla Direzione Lavori secondo l'impiego cui sono destinati.

## Pietra naturale

Le pietre da impiegare nelle murature e nei drenaggi, gabbionate, ecc., dovranno essere sostanzialmente compatte ed uniformi, sane e di buona resistenza alla compressione, prive di parti alterate, regolari, non tagliate o a filo di sega, parallelepipediiformi, ad angoli non vivi, di provenienza locale.

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

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

## Pietre da taglio

Proverranno dalle cave che saranno accettate dalla Direzione Lavori.

Esse dovranno essere sostanzialmente uniformi e compatte, sane e tenaci, senza parti alterate, vene, peli od altri difetti, senza immasticature o tasselli. Esse dovranno corrispondere ai requisiti d'accettazione stabiliti nel Regio Decreto n° 2232 del 16.11.1939 "Norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione". Le forme, le dimensioni, il tipo di lavorazione dei pezzi, verranno di volta in volta indicati dalla Direzione Lavori.

## PIETRA per lastre, cordonati e scalini.

La pietra dovrà essere del tipo "**pietra forte**" altrimenti detta "**colombino**" o "Alberese". Il colore dal grigio chiaro al grigio medio con toni leggermente paglia. Essa dovrà provenire da cave locali dell' Italia centrale, dovrà segata a misura e trasportata in pancali adeguatamente protetti dagli urti . Per poter essere accettata in cantiere dovrà avere una **resistenza caratteristica su cubetti standard di 1600-1700 kg/cmq**. Dovrà essere dotata di certificazione di non gelività. A richiesta della direzione dei lavori potrà essere fiammata o rigata. La fiammatura e la rigatura dovranno essere su tutte le facce esposte a vista. La fiammatura dovrà essere fatta franco stabilimento di produzione. La rigatura potrà essere fatta sia a mano che a macchina, sia in cantiere che franco fabbrica.

## Cordonato di Falsa Pietra

Caratteristiche analoghe alla produzione "Antoniazzi". Dovrà comunque essere accettato per iscritto dalla DD.LL.

## Tufi

Le pietre di tufo dovranno essere di struttura compatta ed uniforme, evitando quelle pomiciose e facilmente friabili.

## Materiali laterizi

Dovranno corrispondere ai requisiti di accettazione stabiliti con R.D. n° 2233 16.11.1939 "Norme per l'accettazione dei materiali laterizi" ed altre Norme U.N.I.: 1607; 5628-65; 5629-65; 5630-65; 5631-65; 5632-65; 5633-65. I materiali dovranno essere ben cotti, di forma regolare, con spigoli ben profilati e dritti; alla frattura dovranno presentare struttura fine ed uniforme, e dovranno essere senza calcinaroli e impurità.

I forati e le tegole dovranno risultare di pasta fine ed omogenea, senza impurità, ben cotti, privi di nodi, di bolle, senza ghiaietto o calcinaroli, sonori alla percussione.

## Manufatti di cemento

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

## Materiali ferrosi

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

Essi dovranno soddisfare a tutte le prescrizioni contenute nel D.Lgs. : " MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE

E DEI TRASPORTI DECRETO 17 gennaio 2018. Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni». (Supplemento ordinario alla "Gazzetta Ufficiale", n. 42 del 20 febbraio 2018 - Serie generale).

In particolare:

- acciai per c.a., c.a.p. e carpenteria metallica: dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche emanate con D.M. 27.07.1985 in applicazione dell'art. 21 della Legge 05.11.1971 n° 1086;

- lamierino di ferro per formazione di guaine per armature per c.a.p.: dovrà essere del tipo laminato a freddo, di qualità extra dolce ed avrà spessore di 2/10 di mm.;

- acciaio per apparecchi di appoggio e cerniere: dovrà soddisfare ai requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche emanate con D.M. 27.07.1985 in applicazione dell'art. 21 della Legge 05.11.1971 n° 1086

## Legnami

Da impiegare in opere stabili o provvisorie, di qualunque essenza essi siano, dovranno soddisfare a tutte le prescrizioni ed avere i requisiti delle precise categorie di volta in volta prescritte e non dovranno presentare difetti incompatibili con l'uso a cui sono destinati.

I legnami rotondi o pali dovranno provenire da vero tronco e non dai rami, saranno diritti in modo che la congiungente i centri delle due basi non esca in alcun punto dal palo.

Dovranno essere scortecciati per tutta la loro lunghezza e conguagliati alla superficie; la differenza fra i diametri medi delle estremità non dovrà oltrepassare il quarto del maggiore dei due diametri.

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

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

I legnami in genere dovranno corrispondere ai requisiti di cui al D.M. 30.10.1912.

## Bitumi - Emulsioni bituminose

Dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali - Caratteristiche per l'accettazione" - Ed. Maggio 1978; "Norme per l'accettazione delle emulsioni bituminose per usi stradali", Fascicolo n° 3, - Ed. 1958; "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali (Campionatura dei bitumi)" - Ed. 1980.

## Bitumi liquidi o flussati

Dovranno corrispondere ai requisiti di cui alle Norme UNI EN 12591:2002, UNI EN 12597:2002, UNI EN 13924:2006, UNI EN 14023:2006, "Bitume e leganti bituminosi - Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali".

## Art. A.1.3 Fresatura e scarifica della pavimentazione

La demolizione della parte della sovrastruttura in conglomerato bituminoso per l'intero spessore o parte di esso, dovrà essere effettuata mediante scarifica con idonee attrezzature munite di frese a tamburo e di nastro autocaricante. In linea generale, la fresatura degli strati bituminosi della pavimentazione dovrà essere effettuata "a freddo".

Le attrezzature dovranno essere perfettamente efficienti e funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni approvate preventivamente dalla Direzione Lavori.

La superficie finale dovrà risultare perfettamente regolare in tutti i punti, priva di residui di strati non completamente fresati che possano compromettere l'adesione dei nuovi strati da porre in opera.

L'Appaltatore si dovrà scrupolosamente attenere agli spessori di demolizione definiti dalla Direzione Lavori. Qualora questi dovessero risultare inadeguati a contingenti situazioni in essere o fossero comunque diversi per difetto o per eccesso rispetto all'ordinativo di lavoro, l'Appaltatore sarà tenuto a darne immediata comunicazione al Direttore dei Lavori o ad un suo incaricato, i quali potranno autorizzare la modifica delle quote di scarifica. Il rilievo dei nuovi spessori dovrà essere effettuato in contraddittorio.

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

La pulizia del piano di scarifica dovrà essere eseguita con attrezzature munite di spazzole rotanti e dispositivi aspiranti o simili, in grado di dare un piano perfettamente pulito e completamente privo di detriti, polveri e materiali residui non saldamente ancorati alla preesistente pavimentazione.

La non idonea pulizia delle superfici, accertata e tempestivamente contestata dalla Direzione dei Lavori, determinerà a giudizio della medesima una penalizzazione sul prezzo pari al 10%.

Le pareti dei giunti longitudinali dovranno risultare perfettamente verticali, con andamento longitudinale rettilineo e prive di sgretolature.

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

Il materiale fresato rimane tutto di proprietà dell'Appaltatore esecutore dei lavori. Esso dovrà essere caricato, mediante nastro trasportatore, su autocarri, e sarà rapidamente allontanato dalla sede stradale.

Tutti i rifiuti generati dai lavori esperiti saranno a carico della Ditta Appaltatrice, a cui peraltro incombono gli obblighi previsti dalla vigente normativa in materia di gestione rifiuti.

Non è ammesso lo scarico del materiale fresato, anche in piccole quantità, nelle scarpate, o in altre pertinenze stradali. Sarà comunque a totale carico dell'Impresa inadempiente la rimozione dei materiali residui a meno di una autorizzazione esplicita della Direzione Lavori.

Dovranno essere rispettate le norme generali (art. 1) per il rilievo della zona interessata.

**Art. A.1.4.1. Descrizione**

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

La frazione grossa di tali miscele (inerte con dimensioni superiori a 4 mm o, subordinatamente all'accettazione della Direzione Lavori, l'inerte con dimensioni superiori a 2 mm) potrà essere costituita da ghiaie, frantumati, detriti di cava o altro materiale ritenuto idoneo dalla Direzione Lavori.

La fondazione potrà essere formata da materiale di apporto idoneo, oppure da correggersi con adeguata attrezzatura, in impianto fisso di miscelazione.

Lo spessore da assegnare alla fondazione sarà fissato da Progetto Esecutivo e comunque sempre su approvazione dalla Direzione Lavori.

**Art. A.1.4.2. Caratteristiche dei materiali da impiegare**

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 ; non deve essere costituito da granuli di forma appiattita, allungata o lenticolare.

La granulometria deve essere compresa nel seguente fuso e deve avere andamento continuo ed uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti:

	UNI EN 12697-2	
	Serie di setacci (mm)	% Passante
	63	100-100
	40	95-100
	31.5	75-100
	16	53-80
	8	36-66
	6.3	31-61
	2	16-39
	0.5	8-23
	0.063	3-10

Il rapporto tra il passante al setaccio 0,063 UNI 2332 ed il passante al setaccio 0,40 UNI 2332 deve essere inferiore a 2/3.

La perdita in peso alla prova Los Angeles, eseguita sulle singole pezzature, secondo la norma UNI EN 1097-2:1999 "Prove per determinare le proprietà meccaniche e fisiche degli aggregati - Metodi per la determinazione della resistenza alla frammentazione", non deve essere superiore al 30%.

L'equivalente in sabbia, secondo la norma UNI EN 933-8:2000 "Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati - Valutazione dei fini - Prova dell'equivalente in sabbia", determinato sull'aggregato della miscela da utilizzare, deve essere compreso fra 25 e 65%. I limiti superiore e inferiore dell'equivalente in sabbia potranno essere variati dalla Direzione Lavori in funzione della provenienza e delle caratteristiche del materiale utilizzato. In particolare, per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso fra 25 e 40%, la Direzione Lavori richiederà, in ogni caso, la verifica dell'indice di portanza CBR di cui al successivo comma 6).

I suddetti controlli dovranno essere ripetuti sul materiale prelevato dopo costipamento in situ.

L'indice di portanza californiano CBR, secondo la normativa CNR-UNI 10009:1964, viene determinato dopo aver sottoposto il campione a quattro giorni di imbibizione in acqua, 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  $\pm 2\%$ .

Qualora ritenuto necessario dalla Direzione Lavori, l'aggregato grosso (frazione di dimensioni maggiori di 4 mm), deve avere una resistenza al gelo, determinata secondo la Norma UNI EN 1367-1 non deve superare  $F \leq 1\%$ .

L'aggregato fino (frazione di dimensioni minori di 4 mm) deve avere un Limite Liquido, ai sensi della Norma UNI CEN ISO-TS 17892/12- 2005, non superiore al 25%; il Limite Plastico deve essere non determinabile (e così l'Indice di Plasticità).

Il modulo di deformazione Md dello strato deve essere quello inserito nel progetto della pavimentazione e viene determinato impiegando la metodologia indicata nella Norma CNR 146/92.

## Riempimento dei terrazzamenti:

Il riempimento dei terrazzamenti potrà essere eseguito con materiali riciclati provenienti dalle demolizioni edili, sottoposti a processo di selezione preventiva, privi di materiali tossici, metallici, di materiali plastici, cartacei o organici, privi di argille e simili materiali coerenti o compressibili, prodotti in stabilimenti autorizzati, macinati, trattati e vagliati in modo da corrispondere alle caratteristiche granulometriche idonee agli stessi. Il materiale potrà o non potrà essere accettato dalla direzione dei lavori in relazione alle caratteristiche dello stesso per maggiore o minore vicinanza alle caratteristiche di distribuzione granulometrica ritenute dalla stessa più idonee.

### **Art. A.1.4.3. Studio della miscela in laboratorio**

Al fine di determinare la migliore formulazione dell'impasto per la realizzazione dello strato di fondazione, l'Appaltatore dovrà preliminarmente eseguire uno studio di fattibilità e di ottimizzazione, mediante il quale definire i componenti della miscela, le relative caratteristiche fisico-meccaniche e i dosaggi delle pezzature, necessari per la produzione di un misto stabilizzato in grado di meglio soddisfare ai requisiti di accettazione previsti dal presente Capitolato. Per stese inferiori l'impresa in accordo con la D.L. dovrà a proprio carico provvedere alla fornitura in cantiere almeno 10 giorni prima dell'inizio dell'intervento di un quantitativo di miscela accompagnato dalla certificazione CE del materiale ai fini della campionatura ed analisi preliminari alla stesa.

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

- tipologia e caratteristiche dei materiali che saranno utilizzati per la realizzazione dello strato di fondazione;
- luogo, modalità e tempi del loro approvvigionamento;
- luogo, modalità e tempi del loro impiego, trattamento e messa in opera;
- provvedimenti da porre in atto per garantire il mantenimento nel tempo dei loro requisiti fisici e meccanici, previsti nello studio preliminare e richiesti dal Capitolato;
- provvedimenti previsti in caso di variazione delle condizioni di cui ai predetti primi 3 punti.

Lo studio di fattibilità e ottimizzazione sui singoli componenti del misto granulometricamente stabilizzato, nonché sul prodotto finale, dovrà concernere la scelta degli aggregati lapidei nelle varie pezzature; dovranno essere indicate la natura e la provenienza dell'inerte, nonché, per ciascuna frazione e per lo stabilizzato che si intende impiegare, la curva granulometrica (UNI EN 933-1:1999 "Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati - Determinazione della distribuzione granulometrica - Analisi granulometrica per stacciatura"), la massa volumica apparente dei granuli (UNI EN 1097-6:2002 "Prove per determinare le proprietà meccaniche e fisiche degli aggregati - Determinazione della massa volumica dei granuli e dell'assorbimento d'acqua") e tutte le caratteristiche fisiche e meccaniche indicate dal Capitolato fra i requisiti di accettazione (art. 3.2).

### **Art. A.1.4.4. Modalità esecutive dei riempimenti**

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

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

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

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

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

Il costipamento dello strato dovrà essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 95% della densità massima fornita dalla prova di costipamento, eseguita secondo la Norma CNR B.U. n° 69 del 30 Novembre 1978 con il procedimento AASHTO modificato.

Se la misura in sito riguarda materiale contenente fino al 25% in peso di elementi di dimensioni maggiori di 25 mm, la densità ottenuta verrà corretta in base alla formula:

$$d_r = \frac{d_f \cdot P_c \cdot (100 - x)}{100 \cdot P_c - x \cdot d_f}$$

in cui:

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

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

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

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

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

In ogni caso la costipazione, il rullamento, dovranno essere accettati dalla Direzione dei lavori per iscritto.

### **Art. A.1.4.5. Controllo dei requisiti di accettazione**

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

Nel cantiere di stesa dovranno essere effettuati i seguenti controlli:

- a) verifica dell'idoneità delle attrezzature di stesa e rullatura;
- b) verifica della composizione e delle caratteristiche intrinseche del misto stabilizzato, secondo i requisiti di cui all'art. 3.2 del presente capitolo;
- c) verifica delle caratteristiche fisico-meccaniche del materiale costipato e, in particolare, di:
  - c.1) peso specifico in situ, secondo la Norma CNR B.U. n° 22 del 3 Febbraio 1972, in relazione alla densità massima determinata con procedura AASHTO Modificato e secondo le indicazioni di cui al precedente art. 3.4;
  - c.2) modulo di deformazione  $M_d$ , determinato con prova di carico su piastra al primo ciclo di carico, nell'intervallo di pressione compreso tra 0,15 e 0,25 N/mm<sup>2</sup>, secondo la norma CNR B.U. n° 146 del 14 dicembre 1992; esso dovrà risultare non inferiore a 100 N/mm<sup>2</sup>;
  - c.3) regolarità dello strato: la superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllato a mezzo di un regolo di m 4,50 di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali.

d) verifica dello spessore dello strato finito: saranno previste tolleranze, in più o in meno, fino al 5% dello spessore totale, a condizione che il massimo scostamento si presenti solo saltuariamente.

## **Art. A.1.5** Conglomerati bituminosi a caldo

### **Art. A.1.5.1. Conglomerato bituminoso per strato di base**

#### **Art. A.1.5.1.1 Descrizione**

Lo strato di base in conglomerato bituminoso è costituito da un misto granulare, prevalentemente di frantumazione, composto da una miscela di aggregato grosso, fine e filler (secondo le definizioni riportate nella Norma UNI EN 13043:2004 "Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti ed altre aree soggette a traffico"), impastato a caldo con bitume semisolido per uso stradale (con definizione e requisiti di cui alla Norma UNI EN 12591:2002 "Bitume e leganti bituminosi - Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali"), previo preriscaldamento degli aggregati, steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con rulli gommati, vibranti gommati e metallici.

Il conglomerato bituminoso, una volta messo in opera, dovrà conferire una elevata resistenza meccanica allo strato di pavimentazione che lo ingloba, garantendo una capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli e una sufficiente flessibilità nell'adattamento ad eventuali assestamenti del sottofondo, anche a medio - lungo termine.

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

#### **Art. A.1.5.1.2 Caratteristiche dei materiali da impiegare**

##### **a) Materiali inerti.**

Il campionamento degli aggregati destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione dovrà essere eseguito secondo la Norma UNI EN 932-1:1998 "Metodi di prova per determinare le proprietà generali degli aggregati. Metodi di campionamento".

Il rispetto dei requisiti di accettazione da parte degli inerti impiegati nel conglomerato bituminoso per strato di base dovrà essere verificato sulla base delle prescrizioni contenute nella norma UNI EN 13043:2004 sopraccitata.

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

*Aggregato grosso (trattenuto al setaccio mm 2.00)			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Valori richiesti
Los Angeles	UNI EN 1097-2:1999	%	<25
Resistenza al gelo	UNI EN 1367-1	%	$F \leq 1$
Affinità ai leganti bituminosi (statico o dinamico)	UNI EN 12697-11 : 2006.	%	<5
**Aggregato fino (passante al setaccio mm 2.00)			
Limite Liquido	UNI CEN ISO 17892-12 : 2005	%	<25
Limite Plastico	UNI CEN ISO 17892-12 : 2005	%	Non determinabile
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8:2000	%	>50
Additivo (filler)			
Passante al setaccio 0.125 mm	UNI EN 933-1	%	85-100
Passante al setaccio 0.063 mm	UNI EN 933-1	%	70-100

Gli inerti 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 dell'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043.

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

\*\*L'aggregato fino dovrà essere costituito da sabbie naturali e di frantumazione (la percentuale di queste ultime sarà prescritta, di volta in volta, dalla Direzione Lavori in relazione ai valori di scorrimento della prova Marshall, ma comunque non dovrà essere inferiore al 30% in peso della miscela delle sabbie).

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

- essere completamente passanti al setaccio 0,18 UNI 2332 (o ASTM n° 80);
- avere una percentuale di passante, in peso, al setaccio 0,075 UNI 2332 (o ASTM n°200) non inferiore a 90.

L'analisi granulometrica sull'additivo dovrà essere comunque eseguita per via umida, secondo l'art. 5 della Norma CNR B.U. n° 23 del 14 Dicembre 1971.

##### **b) Legante.**

Esso dovrà avere i requisiti prescritti dalle Norme UNI EN 12591:2002 "Bitume e leganti bituminosi - Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali", per i bitumi semisolidi B 50-70 o 70-100.

#### **CARATTERISTICHE BITUMI SEMISOLIDI PER USI STRADALI**

DETERMINAZIONE	U.M.	Classe				
		5	6	7	8	9
Penetrazione a 25°C (UNI EN 1426)	dmm	40-60	50-70	70-100	100-150	160-220
Punto di rammollimento (palla- anello) (UNI EN 1427)	° C	48-56	46-54	43-51	39-47	35-43



Punto di rottura Fraass (UNI EN 12593)	°C	- 7	- 8	-10	-12	-15
Viscosità a 60° C (UNI EN 13702-2)	Pa.s	175	145	90	55	30
Penetrazione residua dopo R.T.F.O.T., min. (UNI EN 1426)	%	50	50	46	43	37
Punto di rammollimento dopo R.T.F.O.T., min. (UNI EN 1427)	°C	49	48	45	41	37
Solubilità in solv. organici, minima (UNI EN 12592)	%	99	99	99	99	99

Per la valutazione delle caratteristiche di accettazione si farà riferimento alle seguenti normative CNR ed eventualmente alle Normative Europee riportate fra parentesi ove recepite dall'UNI:

B.U. n° 24 del 29 Dicembre 1971, "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali" (prova di penetrazione) [EN 1426];

B.U. n° 35 del 22 Novembre 1973, "Punto di rammollimento (metodo palla e anello)" [EN 1427];

B.U. n° 43 del 6 Giugno 1974, "Punto di rottura (metodo Fraass)" [EN12593];

B.U. n° 44 del 29 Ottobre 1974, "Metodo di prova: duttilità";

B.U. n° 48 del 24 Febbraio 1975, "Metodo di prova: solubilità in solventi organici" [EN 12592];

B.U. n° 50 del 17 Marzo 1976, "Metodo di prova: perdita per riscaldamento (volatilità)" [EN 12607-1].

Il bitume dovrà avere inoltre un Indice di Penetrazione (secondo Pfeiffer e van Doormaal) compreso fra -1 e +1 e determinato secondo la Norma UNI 4163 [EN 1426] come appresso indicato:

$$I_P = \frac{20 * t_{RaB} + 500 * Lg(P) - 1952}{t_{Rab} - 50 * Lg(P) + 120}$$

$t_{RaB}$  è il punto di rammollimento in gradi Celsius;

$P$  è il valore di penetrazione a 25° C in dmm

c) *Attivanti l'adesione.*

Nella confezione dei conglomerati bituminosi, potranno essere impiegate speciali sostanze chimiche attivanti l'adesione bitume-aggregato ("dopes" di adesività).

Esse, salvo parere contrario della Direzione Lavori, potranno essere sempre impiegate nello strato di base in conglomerato bituminoso, avendo cura di scegliere tra i prodotti in commercio quelli che, sulla base di prove comparative effettuate presso i laboratori autorizzati, avranno dato i migliori risultati e dimostreranno di conservare le proprie caratteristiche chimiche anche se sottoposti a temperature elevate e prolungate.

Il dosaggio potrà variare, a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto, tra lo 0,4% e lo 0,6% in peso, sul peso del bitume. L'immissione delle sostanze attivanti nel bitume dovrà essere realizzata con idonee attrezzature, tali da garantire la perfetta dispersione e l'esatto dosaggio.

I tipi, i dosaggi e le tecniche di impiego dovranno ottenere sempre il preventivo benestare della Direzione Lavori.

d) *Miscela.*

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

	UNI EN 12697-2	
	Serie di setacci (mm)	% Passante
	31.5	100-100
	20	68-88
	16	55-78
	12.5	-
	8	36-60
	4	25-48
	2	18-38
	0.500	8-21
	0.250	5-16
	0.063	4-8
	Contenuto di legante riferito alla miscela (%)	3.8 – 5.2
	UNI EN 12697- 1e	

Il tenore di bitume della classe 6 (pen. 50/70) dovrà essere compreso nei limiti sopra riportati e la percentuale ottimale dovrà essere determinata attraverso studio Marshall delle miscele. Per gli strati di minor spessore finito dovranno essere adottate composizioni granulometriche prossime alla curva limite superiore.

Il conglomerato dovrà avere i requisiti di seguito descritti:

Metodo Marshall			
Condizioni di prova	Normativa	Unità di misura	Valori richiesti
Costipamento	UNI EN 12697-34	Ad impatto (75 colpi)	---
Stabilità Marshall	UNI EN 12697-34	daN	>800
Rigidezza Marshall	UNI EN 12697-34	daN/mm	>250 daN/mm
Vuoti residui Marshall	UNI EN 12697-8	%	3-6

Le misure di stabilità, rigidezza e porosità saranno eseguite sui provini confezionati con il conglomerato bituminoso utilizzato per la realizzazione della pavimentazione.

#### ***Apr.A.1.5.1.3 Studio della miscela in laboratorio***

L'Appaltatore, sentita la Direzione Lavori, dovrà preliminarmente l'inizio dei lavori eseguire uno studio di fattibilità e di ottimizzazione mediante il quale definire i componenti della miscela, le relative caratteristiche fisico-meccaniche e i dosaggi necessari per la produzione di un conglomerato bituminoso in grado di meglio soddisfare ai requisiti di accettazione previsti dal presente Capitolato.

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

tipologia e caratteristiche dei materiali che saranno utilizzati per la realizzazione dello strato di base, con particolare riguardo a inerte e legante;

luogo, modalità e tempi del loro approvvigionamento;

luogo, modalità e tempi del loro impiego, trattamento e messa in opera;

provvedimenti da porre in atto per garantire il mantenimento nel tempo dei loro requisiti fisici e meccanici, previsti nello studio preliminare e richiesti dal Capitolato;

provvedimenti previsti in caso di variazione delle condizioni di cui ai punti 1 - 2 - 3.

#### ***b) Materiali componenti.***

Lo studio di fattibilità e ottimizzazione sui singoli componenti del conglomerato bituminoso, nonché sul prodotto finale, dovrà concernere:

- 1) la scelta degli aggregati lapidei; dovranno essere indicate la natura e la provenienza dell'inerte, nonché, per ciascuna frazione e per la miscela di aggregati che si intende usare, la curva granulometrica (UNI EN 12697-2:2003), la massa volumica apparente dei granuli (UNI EN 12697-6:2003) e tutte le caratteristiche fisiche e meccaniche indicate dal Capitolato fra i requisiti di accettazione;

la scelta dell'additivo minerale; dovranno essere indicate la natura e la provenienza dell'additivo, la curva granulometrica (UNI EN 12697-2:2003), la massa volumica apparente (UNI EN 12697-6:2003) e tutte le caratteristiche fisiche e meccaniche indicate dal Capitolato fra i requisiti di accettazione;

la scelta del legante bituminoso; dovranno essere indicati tipo e provenienza del bitume modificato, origine e momento della fornitura, e tutte le caratteristiche fisiche e meccaniche indicate dal Capitolato fra i requisiti di accettazione.

Il dosaggio di legante con cui confezionare il conglomerato sarà preliminarmente determinato in laboratorio, per via sperimentale, mediante prova Marshall, da realizzare secondo le modalità descritte al successivo punto c); saranno misurati i parametri di stabilità, scorrimento, rigidezza e porosità, in base ai quali sarà giustificata la formulazione ottimale della miscela, secondo quanto ivi descritto.

#### ***c) Formulazione della miscela.***

Lo studio di fattibilità e ottimizzazione sui singoli componenti del conglomerato bituminoso, nonché sul prodotto finale, dovrà concernere la scelta del legante e degli aggregati lapidei nelle varie pezzature. Dovranno essere indicati: tipo, qualità e dosaggio del bitume; natura e provenienza dell'inerte; per ciascuna frazione e per la miscela di aggregati che si intende impiegare, la curva granulometrica (UNI EN 933-1:1999), la massa volumica apparente dei granuli (UNI EN 1097-6:2002) e tutte le caratteristiche fisiche e meccaniche indicate dal Capitolato fra i requisiti di accettazione.

Il dosaggio di legante con cui confezionare il conglomerato sarà preliminarmente determinato in laboratorio, per via sperimentale, mediante prova Marshall. Saranno misurati i parametri di stabilità, scorrimento, rigidezza e porosità, in base ai quali sarà giustificata la formulazione ottimale della miscela.

#### ***Apr.A.1.5.1.4 Formazione e confezione della miscela***

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

L'impianto di produzione dovrà essere munito di idonea serie di tramogge predosatrici, atte ad alimentare il cilindro essiccatore con le diverse classi granulometriche di aggregati in modo continuo ed uniforme secondo le proporzioni definite dalla composizione approvata.

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

La zona destinata all'ammannimento degli inerti sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati.

I cumuli delle diverse classi di inerte dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori dovrà eseguirsi con la massima cura. Si farà uso di almeno 4 classi di aggregati con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate.

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

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

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

L'impianto di muscolazione dovrà essere inoltre munito di termometri collegati all'uscita del cilindro essiccatore ed alle tramogge a caldo.

La temperatura degli aggregati all'atto della mescolazione dovrà essere compresa tra 170 e 180 °C L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non dovrà di norma superare lo 0,5%.

La temperatura del legante bituminoso dovrà essere compresa tra 150 e 165° C, salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori in rapporto al tipo di bitume impiegato. Con l'uso di bitumi modificati le temperature possono essere aumentate di 10°.

La temperatura del filler dovrà essere quella ambiente.

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.

#### ***Apr.A.1.5.1.5 Posa in opera della miscela***

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci, sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni. L'impianto di confezionamento del conglomerato dovrà essere collocato di norma entro un raggio di 70 chilometri dalla zona di stesa tenendo presente che il conglomerato bituminoso prodotto disperde circa 10°C all'ora.

È fatto assoluto divieto di bagnare i cassoni degli autocarri con prodotti lubrificanti e/o carburanti.

In ogni caso la distanza di trasporto deve essere tale da consentire il rispetto delle temperature prescritte per la stesa e la rullatura dell'impasto, senza dover aumentare quella massima prevista per la produzione.

La miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza prescritti sempre dalla Direzione Lavori.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura, per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni.

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

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

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

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

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

Procedendo alla stesa in più strati, questi dovranno essere sovrapposti nel più breve tempo possibile. Tra di essi dovrà essere interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa, spruzzata in ragione di almeno 500 g/m<sup>2</sup>. Gli strati finiti dovranno avere uno spessore non inferiore a 8 cm, né superiore a 12 cm.

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

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

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

La superficie degli strati, a seguito di costipamento, dovrà presentarsi priva di irregolarità, ondulazioni e segregazione degli elementi di maggiori dimensioni.

#### ***Apr.A.1.5.1.6 Controllo dei requisiti di accettazione in fase di confezionamento e posa della miscela***

Come prescritto dal paragrafo "Studio della miscela in laboratorio" art. 5.1.2 l'Appaltatore è tenuto a presentare con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ogni cantiere di confezione, la composizione delle miscele che intende adottare; ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione attestante gli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali l'Appaltatore ha ricavato la ricetta ottimale. La Direzione Lavori si riserva, in ogni caso, di approvare i risultati prodotti dall'Impresa o di fare studiare diverse formulazioni dell'impasto.

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

Alla ricetta definita a seguito di studio sperimentale e approvata dalla Direzione Lavori l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente in fase di esecuzione dei lavori, comprovandone l'osservanza con esami giornalieri. Allo scopo, l'Appaltatore ha l'obbligo di fare eseguire prove sperimentali sui campioni di aggregato, legante e conglomerato, per la relativa accettazione.

In ogni cantiere di confezionamento dovrà essere installato a cura e spese dell'Appaltatore un laboratorio mobile idoneamente attrezzato per le prove ed i controlli in corso di produzione, condotto da personale appositamente addestrato. In questo laboratorio dovranno essere effettuate con frequenza giornaliera, oltre che quando ritenuto necessario dalla Direzione Lavori, le seguenti prove:

- verifica granulometrica dei singoli aggregati approvigionati in cantiere e degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione;
- verifica della composizione del conglomerato (analisi granulometrica degli inerti, determinazione del contenuto di bitume e additivo nella miscela) all'uscita della tramoggia di stoccaggio o del mescolatore;
- verifica delle caratteristiche di resistenza del conglomerato a mezzo di: determinazione peso di volume (secondo Norma CNR B.U. n° 40 del 30 Marzo 1973); determinazione percentuale di vuoti (secondo Norma CNR B.U. n°39 del 23 Marzo 1973); determinazione stabilità e rigidità Marshall (secondo Norma UNI EN 12697:2000 parte 34).

Dell'esito delle singole prove dovrà essere fornito resoconto scritto giornaliero alla Direzione Lavori; contestualmente dovrà essere consegnato un campione del materiale di prova (inerte, bitume, conglomerato) oggetto delle determinazioni nel laboratorio mobile, affinché possano essere eseguite presso Laboratorio di fiducia tutte le verifiche che la D.L. potrà ritenere opportune.

Con la frequenza necessaria saranno effettuati periodici controlli delle bilance, tarature dei termometri dell'impianto ed ogni altra verifica che potrà essere ritenuta opportuna o sarà richiesta dalla Direzione Lavori. Inoltre si accerteranno, con frequenza almeno bi-settimanale e per tutta la durata dei lavori, le caratteristiche del bitume impiegato e l'umidità residua degli aggregati minerali all'uscita dall'essiccatore.

Presso il cantiere di produzione dovrà essere tenuto apposito registro, numerato e vidimato dalla Direzione Lavori, sul quale l'Impresa dovrà giornalmente registrare tutte le prove e i controlli effettuati; copia del medesimo registro, da aggiornare al termine della singola giornata lavorativa mediante trascrizione degli esiti delle sperimentazioni quotidiane, dovrà essere sempre disponibile presso il cantiere di lavoro.

In corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni nonché in fasi successive la Direzione Lavori effettuerà, a sua discrezione, tutte le verifiche, prove e controlli, atti ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni contrattuali, presso Laboratorio qualificato.

Con la frequenza indicata dalla D.L., si provvederà a prelevare campioni di materiale inerte (aggregato grosso, fino, additivo minerale), legante ed attivanti d'adesione nell'impianto di confezionamento delle miscele; tali campioni potranno essere sottoposti a procedura di controllo presso Laboratorio di fiducia.

Sul singolo campione di laboratorio si effettueranno quelle determinazioni, di cui al paragrafo "Caratteristiche dei materiali da impiegare" art. 5.1.3 che saranno di volta in volta giudicate necessarie dalla Direzione Lavori. I risultati dovranno essere conformi alle prescrizioni di cui al medesimo articolo, nei limiti delle tolleranze di seguito previste.

Le tolleranze ammesse nell'accettazione delle caratteristiche fisiche e meccaniche di aggregati, bitumi e conglomerati sono le seguenti:

**Granulometria inerte.** Rispetto al valore percentuale del passante ai singoli vagli della curva granulometrica adottata, sarà ammessa una tolleranza di  $\pm 5$  punti dal setaccio da 40 mm (UNI EN 933-1) al setaccio 4 mm (UNI EN 933-1), di  $\pm 3$  punti dal setaccio 2 UNI al setaccio 0,063 (UNI EN 933-1), di  $\pm 1,5$  punti rispetto ai limiti previsti per l'additivo dal presente Capitolato (art. 5.1.2.a), purché non vengano superati i limiti del fuso.

**Dosaggio bitume.** Rispetto al valore percentuale in peso, sul peso dell'inerte, stabilito in relazione alla ricetta ottimale, sarà ammessa una tolleranza di  $\pm 0,3$  punti, purché il tenore di legante rientri nei limiti del presente Capitolato.

**Resistenza Marshall.** Non sono previste tolleranze per quanto concerne i valori minimi di Stabilità e Rigidità.

**Altre proprietà.** Per quanto non espressamente previsto dal presente Capitolato, si ammette una tolleranza del 5% sul valore di soglia previsto per la singola prova di caratterizzazione, a condizione che il superamento del limite di Capitolato costituisca evento eccezionale che una seconda prova eseguita su distinto campione, destinato al medesimo utilizzo, non confermi.

I requisiti di accettazione (con le relative tolleranze, ove ammesse) dovranno comunque essere soddisfatti per le miscele prelevate sia all'impianto di produzione che all'atto della stesa, secondo quanto sopra indicato.

#### ***Apr.A.1.5.1.7 Controllo dei requisiti ed accettazione delle lavorazioni***

Al termine della compattazione lo strato di base dovrà avere una densità, uniforme in tutto lo spessore, non inferiore al 98% di quella Marshall dello stesso giorno, rilevata all'impianto o alla stesa, né inferiore al 96% di quella determinata secondo la "ricetta ottimale" in fase di formulazione dell'impasto (art. 5.1.3). La valutazione del peso di volume sarà eseguita secondo la Norma CNR B.U. n° 40 del 30 Marzo 1973, su carote di 15 cm di diametro, prelevate secondo le modalità descritte nel precedente art. 5.1.6 per la caratterizzazione dei materiali messi in opera. Il valore risulterà dalla media di due prove.

Come prescritto all'art. 5.1.5, la superficie dello strato in conglomerato bituminoso (o di ogni singolo strato, qualora la base sia ottenuta per sovrapposizione di strati distinti, comunque secondo le modalità di cui al medesimo articolo), a seguito di costipamento, dovrà presentarsi priva di irregolarità, ondulazioni e segregazione degli elementi di diverse dimensioni.

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

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

#### ***Apr.A.1.5.1.8 Conglomerato bituminoso per strati di collegamento e di usura tradizionali.***

#### ***Apr.A.1.5.1.9 Descrizione***

Il conglomerato utilizzato per la realizzazione degli strati superficiali (binder ed usura) è costituito da una miscela di aggregati, prevalentemente di frantumazione, e additivo (in accordo a quanto previsto nella Norma UNI EN 13043 "Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti e altre aree soggette a traffico"). Tale miscela verrà impastata a caldo con bitume semisolido per uso stradale (con definizione e requisiti di cui alla

Norma UNI EN 12591 "Specifiche per i bitumi per usi stradali"), previo preriscaldamento degli aggregati, sarà stesa in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipata con rulli gommati e lisci.

#### ***Apr.A.1.5.1.10 Caratteristiche dei materiali da impiegare***

##### *a) Materiali inerti.*

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

Il rispetto dei requisiti di accettazione da parte degli inerti impiegati nel conglomerato bituminoso per gli strati di collegamento e di usura dovrà essere verificato sulla base delle prescrizioni contenute nella norma UNI EN 13043 precedentemente citata.

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

##### *Per strati di collegamento (binder)*

*Aggregato grosso (trattenuto al setaccio mm 2.00)			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Valori richiesti
Frantumazione	---	%	>90
Los Angeles	UNI EN 1097-2:1999	%	<25
Resistenza al gelo	UNI EN 1367-1	%	$F \leq 1$
Indice di forma (categoria SI20)	UNI EN 933-4	%	<20
Indice di appiattimento (categoria FI20)	UNI EN 933-3	%	<17
**Aggregato fino (passante al setaccio mm 2.00)			
Limite Liquido	UNI CEN ISO 17892-12 : 2005	%	<25
Limite Plastico	UNI CEN ISO 17892-12 : 2005	%	Non determinabile
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8:2000	%	>50
Additivo (filler)			
Passante al setaccio 0.125 mm	UNI EN 933-10	%	85-100
Passante al setaccio 0.063 mm	UNI EN 933-10	%	70-100

Gli inerti 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 dell'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043.

##### *Per strati di usura*

*Aggregato grosso (trattenuto al setaccio mm 2.00)			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Valori richiesti
Frantumazione	---	%	100
Los Angeles	UNI EN 1097-2:1999	%	<20
Resistenza al gelo	UNI EN 1367-1	%	$F \leq 1$
Indice di forma (categoria SI20)	UNI EN 933-4	%	<15
Indice di appiattimento (categoria FI20)	UNI EN 933-3	%	<12
Coefficiente di levigabilità accelerata (CLA)	UNI EN 1097-8	VL	$\geq 42$
**Aggregato fino (passante al setaccio mm 2.00)			
Limite Liquido	UNI CEN ISO 17892-12 : 2005	%	<25
Limite Plastico	UNI CEN ISO 17892-12 : 2005	%	Non determinabile
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8:2000	%	>80
Los Angeles eseguita sul granulato da cui provengono le sabbie naturali utilizzate nella miscela, deve dare una perdita in peso non superiore al 25%.	UNI EN 1097-2:1999	%	<25
Additivo (filler)			
Passante al setaccio 0.125 mm	UNI EN 933-10	%	85-100
Passante al setaccio 0.063 mm	UNI EN 933-10	%	70-100

**La miscela finale degli aggregati, almeno per il 20% del totale, dovrà contenere nella frazione più grossa, inerti di natura basaltica, il 10% di natura porfirica.**

Gli inerti 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 dell'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043.

b) Legante.

Esso dovrà avere i requisiti prescritti dalle Norme UNI EN 12591:2002 "Bitume e leganti bituminosi - Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali", per i bitumi semisolidi B 50-70 o 70-100. Per la valutazione delle caratteristiche di accettazione si farà riferimento alle normative UNI EN già previste per la verifica del legante utilizzato nello strato bituminoso di base.

#### CARATTERISTICHE BITUMI SEMISOLIDI PER USI STRADALI

		Classe	
DETERMINAZIONE	U.M.	6	7
Penetrazione a 25°C (UNI EN 1426)	dmm	50-70	70-100
Punto di rammollimento (palla- anello) (UNI EN 1427)	° C	46-54	43-51
Punto di rottura Fraass (UNI EN 12593)	°C	- 8	-10
Viscosità a 60° C (UNI EN 13702-2)	Pa.s	145	90
Penetrazione residua dopo R.T.F.O.T., min. (UNI EN 1426)	%	50	46
Punto di rammollimento dopo R.T.F.O.T., min. (UNI EN 1427)	°C	48	45
Solubilità in solv. organici, minima (UNI EN 12592)	%	99	99

c) Attivanti l'adesione.

Nella confezione dei conglomerati bituminosi per strati di collegamento e di usura potranno essere impiegate speciali sostanze chimiche su indicazioni della D.L. attivanti l'adesione bitume-aggregato ("dopes" di adesività). Esse dovranno avere i requisiti già previsti in caso di impiego nei conglomerati bituminosi per strato di base.( all'art. 5.1.2.c del presente c.s.a)

## d.1) Strato di collegamento (binder)

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

UNI EN 12697-2	
Serie di setacci (mm)	% Passante
20	100 - 100
16	90 - 100
12.5	66 - 86
8	52 - 72
4	34 - 54
2	25 - 40
0.500	10 - 22
0.250	6 - 16
0.063	4 - 8
Contenuto di legante riferito alla miscela (%)	4.6 - 5.2
UNI EN 12697- 1e 39	5.2 – 5.6

Il tenore di bitume dovrà essere compreso nei limiti sopra riportati, e dovrà comunque identificarsi, con le tolleranze previste, con quello risultante dallo studio di formulazione della miscela. Il conglomerato dovrà avere i requisiti di seguito descritti.

Metodo Marshall			
Condizioni di prova	Normativa	Unità di misura	Valori richiesti
Costipamento	UNI EN 12697-34	Ad impatto (75 colpi)	---
Stabilità Marshall	UNI EN 12697-34	daN	>1000
Rigidezza Marshall	UNI EN 12697-34	daN/mm	300÷500 daN/mm
Vuoti residui Marshall	UNI EN 12697-8	%	3-6
Resistenza a trazione indiretta a 25 °C	UNI EN 12697-23	N/mm <sup>2</sup>	> 0.5
A seguito di immersione in acqua demineralizzata, per 15 giorni a 25°C la Stabilità Marshall del conglomerato bituminoso non deve subire riduzioni superiori al 25%.		%	25

d.2) Strato di usura:

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

	Usura tipo A	
	UNI EN 12697-2	
	Serie di setacci (mm)	% Passante
	16	100 - 100
	12.5	90 - 100
	8	70 - 88
	4	40 - 58
	2	25 - 38
	0.500	10 - 20
	0.250	8 - 16
	0.063	6 - 10
	Contenuto di legante riferito alla miscela (%) UNI EN 12697- 1e 39	5.4 – 6.0

	Usura tipo B	
	UNI EN 12697-2	
	Serie di setacci (mm)	% Passante
	16	---
	12.5	100 -100
	8	90 - 100
	4	44 - 64
	2	28 - 42
	0.500	12 - 24
	0.250	8 - 18
	0.063	6 - 10
	Contenuto di legante riferito alla miscela (%) UNI EN 12697- 1e 39	5.4 – 6.0

	Usura tipo C	
	UNI EN 12697-2	
	Serie di setacci (mm)	% Passante



	16	---
	12.5	---
	8	100 - 100
	4	70 - 90
	2	38 - 58
	0.500	15 - 32
	0.250	8 - 20
	0.063	5 - 10
	Contenuto di legante riferito alla miscela (%) UNI EN 12697- 1e 39	5.4 – 6.0

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

Il tenore di bitume dovrà essere compreso nei limiti sopra indicati, e dovrà comunque identificarsi con quello risultante dallo studio di formulazione della miscela (art. 5.2.3 del presente c.s.a).

Il coefficiente di riempimento con bitume dei vuoti intergranulari della miscela addensata non dovrà superare l'80%; il contenuto di bitume della miscela dovrà comunque essere il minimo che consenta il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e compattezza prescritti.

Il conglomerato dovrà avere i requisiti di seguito descritti.

Metodo Marshall			
Condizioni di prova	Normativa	Unità di misura	Valori richiesti
Costipamento	UNI EN 12697-34	Ad impatto (75 colpi)	---
Stabilità Marshall	UNI EN 12697-34	daN	>1200
Rigidezza Marshall	UNI EN 12697-34	daN/mm	300÷450 daN/mm
Vuoti residui Marshall	UNI EN 12697-8	%	3-6
Resistenza a trazione indiretta a 25 °C	UNI EN 12697-23	N/mm <sup>2</sup>	> 0.6
A seguito di immersione in acqua demineralizzata, per 15 giorni a 25°C la Stabilità Marshall del conglomerato bituminoso non deve subire riduzioni superiori al 20%.		%	20

*d.3) Prescrizioni comuni ai conglomerati per binder ed usura.*

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 potrà avvenire in alternativa:

- presso l'impianto di produzione, per quanto concerne le prove, a cura dell'Impresa, da eseguirsi giornalmente presso apposito laboratorio mobile (di cui al successivo art. 5.2.5);
- presso laboratorio autorizzato dalla Direzione Lavori secondo le modalità degli articoli successivi, per quanto concerne le prove di verifica da eseguirsi sul materiale prelevato all'atto della stesa

#### ***Art. A.1.5.1.11 Studio della miscela in laboratorio***

L'Appaltatore, sentita la Direzione Lavori, dovrà preliminarmente l'inizio dei lavori eseguire uno studio di fattibilità e di ottimizzazione mediante il quale definire i componenti della miscela, le relative caratteristiche fisico-meccaniche e i dosaggi necessari per la produzione di un conglomerato bituminoso in grado di meglio soddisfare ai requisiti di accettazione previsti dal presente Capitolato.

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

tipologia e caratteristiche dei materiali che saranno utilizzati per la realizzazione dello strato di base, con particolare riguardo a inerte e legante;

luogo, modalità e tempi del loro approvvigionamento;

luogo, modalità e tempi del loro impiego, trattamento e messa in opera;

provvedimenti da porre in atto per garantire il mantenimento nel tempo dei loro requisiti fisici e meccanici, previsti nello studio preliminare e richiesti dal Capitolato;

provvedimenti previsti in caso di variazione delle condizioni di cui ai punti 1 - 2 - 3.

#### ***b) Materiali componenti.***

Lo studio di fattibilità e ottimizzazione sui singoli componenti del conglomerato bituminoso, nonché sul prodotto finale, dovrà concernere:

- 2) la scelta degli aggregati lapidei; dovranno essere indicate la natura e la provenienza dell'inerte, nonché, per ciascuna frazione e per la miscela di aggregati che si intende usare, la curva granulometrica (UNI EN 12697-2:2003), la massa volumica apparente dei granuli (UNI EN 12697-6:2003) e tutte

le caratteristiche fisiche e meccaniche indicate dal Capitolato fra i requisiti di accettazione;

la scelta dell'additivo minerale; dovranno essere indicate la natura e la provenienza dell'additivo, la curva granulometrica (UNI EN 12697-2:2003), la massa volumica apparente (UNI EN 12697-6:2003) e tutte le caratteristiche fisiche e meccaniche indicate dal Capitolato fra i requisiti di accettazione;

la scelta del legante bituminoso; dovranno essere indicati tipo e provenienza del bitume modificato, origine e momento della fornitura, e tutte le caratteristiche fisiche e meccaniche indicate dal Capitolato fra i requisiti di accettazione.

Il dosaggio di legante con cui confezionare il conglomerato sarà preliminarmente determinato in laboratorio, per via sperimentale, mediante prova Marshall, da realizzare secondo le modalità descritte al successivo punto c); saranno misurati i parametri di stabilità, scorrimento, rigidità e porosità, in base ai quali sarà giustificata la formulazione ottimale della miscela, secondo quanto ivi descritto.

*c) Formulazione della miscela.*

Lo studio di fattibilità e ottimizzazione sui singoli componenti del conglomerato bituminoso, nonché sul prodotto finale, dovrà concernere la scelta del legante e degli aggregati lapidei nelle varie pezzature. Dovranno essere indicati: tipo, qualità e dosaggio del bitume; natura e provenienza dell'inerte; per ciascuna frazione e per la miscela di aggregati che si intende impiegare, la curva granulometrica (UNI EN 933-1:1999), la massa volumica apparente dei granuli (UNI EN 1097-6:2002) e tutte le caratteristiche fisiche e meccaniche indicate dal Capitolato fra i requisiti di accettazione.

Il dosaggio di legante con cui confezionare il conglomerato sarà preliminarmente determinato in laboratorio, per via sperimentale, mediante prova Marshall. Saranno misurati i parametri di stabilità, scorrimento, rigidità e porosità, in base ai quali sarà giustificata la formulazione ottimale della miscela.

#### ***Apr.A.1.5.1.12 Formazione e confezione della miscela***

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

L'impianto di produzione dovrà essere munito di idonea serie di tramogge predosatrici, atte ad alimentare il cilindro essiccatore con le diverse classi granulometriche di aggregati in modo continuo ed uniforme secondo le proporzioni definite dalla composizione approvata.

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

La zona destinata all'ammannimento degli inerti sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati.

I cumuli delle diverse classi di inerte dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori dovrà eseguirsi con la massima cura. Si farà uso di almeno 4 classi di aggregati con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate.

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

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

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

L'impianto di mescolazione dovrà essere inoltre munito di termometri collegati all'uscita del cilindro essiccatore ed alle tramogge a caldo.

La temperatura degli aggregati all'atto della mescolazione dovrà essere compresa tra 170 e 180 °C. L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non dovrà di norma superare lo 0,5%.

La temperatura del legante bituminoso dovrà essere compresa tra 150 e 165° C, salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori in rapporto al tipo di bitume impiegato. Con l'uso di bitumi modificati le temperature possono essere aumentate di 10°.

La temperatura del filler dovrà essere quella ambiente.

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.

#### ***Apr.A.1.5.1.13 Posa in opera della miscela***

— Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci, sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni. L'impianto di confezionamento del conglomerato dovrà essere collocato di norma entro un raggio di 70 chilometri dalla zona di stesa tenendo presente che il conglomerato bituminoso prodotto disperde circa 10°C all'ora.

— È fatto assoluto divieto di bagnare i cassoni degli autocarri con prodotti lubrificanti e/o carburanti.

— In ogni caso la distanza di trasporto deve essere tale da consentire il rispetto delle temperature prescritte per la stesa e la rullatura dell'impasto, senza dover aumentare quella massima prevista per la produzione.

— le miscele saranno stese dopo un'accurata pulizia della superficie di appoggio mediante motoscopa (ed eventuale lavaggio) e la successiva distribuzione di un velo

uniforme di ancoraggio di emulsione bituminosa acida al 55%, scelta in funzione delle condizioni atmosferiche ed in ragione di 500 gr/m<sup>2</sup>. La stesa della miscela non potrà avvenire prima della completa rottura dell'emulsione bituminosa;

la stesa sarà sempre effettuata in singolo strato; pertanto, l'applicazione di una mano di ancoraggio in emulsione bituminosa dovrà essere prevista sia prima della stesa del binder, come anche prima della stesa dello strato di usura;

La superficie degli strati dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4,00 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato dovrà aderirvi uniformemente; sarà tollerato uno scostamento di 5 mm. Inoltre l'accettazione

Le giunzioni trasversali derivanti da interruzioni prolungate di stesa e, comunque, da quelle giornaliere, dovranno essere realizzate previo taglio ed asportazione della loro parte terminale; il taglio non dovrà essere normale all'asse longitudinale della striscia di stesa, ma obliquo rispetto ad esso, con angolo di 10 - 15°, con la parte più arretrata verso l'esterno della striscia stessa.

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 160°C per conglomerati con bitume modificato e 140°C per conglomerati con bitumi normali.

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

Gli strati eventualmente compromessi dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.

La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

L'addensamento di

norma dovrà essere realizzato con rulli dei seguenti tipi:

strato di base e di collegamento - rullo combinato vibrante gommato più rullo gommato con almeno sette ruote e peso del rullo di 12 ton;

strato di usura - rulli gommati e vibranti tandem con peso di almeno 10 ton.

Potrà essere utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche del peso massimo di 10ton per le operazioni di rifinitura dei giunti e riprese.

Per lo strato di base a discrezione della DL potranno essere utilizzati rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati.

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso in funzione inoltre dell'area di lavoro. In tal senso è facoltà della Direzione Lavori discriminare il tipo di compattatore da adottarsi in relazione alle condizioni al contorno del sito di intervento (in presenza di manufatti, civili abitazioni e quant'altro per cui l'adozione di rulli vibranti possa comportare danni alle strutture la Direzione Lavori può comandare l'impiego di rulli statici o con caratteristiche specifiche al caso).

#### ***Art. A.1.5.1.14 Controllo dei requisiti di accettazione in fase di confezionamento e posa della miscela***

Come prescritto dal paragrafo "Studio della miscela in laboratorio" art. 5.2.2 l'Appaltatore è tenuto a presentare con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ogni cantiere di confezione, la composizione delle miscele che intende adottare; ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione attestante gli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali l'Appaltatore ha ricavato la ricetta ottimale. La Direzione Lavori si riserva, in ogni caso, di approvare i risultati prodotti dall'Impresa o di fare studiare diverse formulazioni dell'impasto.

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

Alla ricetta definita a seguito di studio sperimentale e approvata dalla Direzione Lavori l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente in fase di esecuzione dei lavori, comprovandone l'osservanza con esami giornalieri. Allo scopo, l'Appaltatore ha l'obbligo di fare eseguire prove sperimentali sui campioni di aggregato, legante e conglomerato, per la relativa accettazione.

In ogni cantiere di confezionamento dovrà essere installato a cura e spese dell'Appaltatore un laboratorio mobile idoneamente attrezzato per le prove ed i controlli in corso di produzione, condotto da personale appositamente addestrato. In questo laboratorio dovranno essere effettuate con frequenza giornaliera, oltre che quando ritenuto necessario dalla Direzione Lavori, le seguenti prove:

- verifica granulometrica dei singoli aggregati approvvigionati in cantiere e degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione;
- verifica della composizione del conglomerato (analisi granulometrica degli inerti, determinazione del contenuto di bitume e additivo nella miscela) all'uscita della tramoggia di stoccaggio o del mescolatore;
- verifica delle caratteristiche di resistenza del conglomerato a mezzo di: determinazione peso di volume (secondo Norma CNR B.U. n° 40 del 30 Marzo 1973); determinazione percentuale di vuoti (secondo Norma CNR B.U. n°39 del 23 Marzo 1973); determinazione stabilità e rigidità Marshall (secondo Norma UNI EN 12697:2000 parte 34).

Dell'esito delle singole prove dovrà essere fornito resoconto scritto giornaliero alla Direzione Lavori; contestualmente dovrà essere consegnato un campione del materiale di prova (inerte, bitume, conglomerato) oggetto delle determinazioni nel laboratorio mobile, affinché possano essere eseguite presso Laboratorio di fiducia tutte le verifiche che la D.L. potrà ritenere opportune.

Con la frequenza necessaria saranno effettuati periodici controlli delle bilance, tarature dei termometri dell'impianto ed ogni altra verifica che potrà essere ritenuta opportuna o sarà richiesta dalla Direzione Lavori. Inoltre si accerteranno, con frequenza almeno bi-settimanale e per tutta la durata dei lavori, le caratteristiche del bitume impiegato e l'umidità residua degli aggregati minerali all'uscita dall'essiccatore.

Presso il cantiere di produzione dovrà essere tenuto apposito registro, numerato e vidimato dalla Direzione Lavori, sul quale l'Impresa dovrà giornalmente registrare tutte le prove e i controlli effettuati; copia del medesimo registro, da aggiornare al termine della singola giornata lavorativa mediante trascrizione degli esiti delle sperimentazioni quotidiane, dovrà essere sempre disponibile presso il cantiere di lavoro.

In corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni nonché in fasi successive la Direzione Lavori effettuerà, a sua discrezione, tutte le verifiche, prove e controlli, atti ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni contrattuali, presso Laboratorio qualificato.

Con la frequenza indicata dalla D.L., si provvederà a prelevare campioni di materiale inerte (aggregato grosso, fino, additivo minerale), legante ed attivanti d'adesione nell'impianto di confezionamento delle miscele; tali campioni potranno essere sottoposti a procedura di controllo presso Laboratorio di fiducia.

Sul singolo campione di laboratorio si effettueranno quelle determinazioni, di cui al paragrafo "Caratteristiche dei materiali da impiegare" art. 5.2.3 che saranno di volta in volta giudicate necessarie dalla Direzione Lavori. I risultati dovranno essere conformi alle prescrizioni di cui al medesimo articolo, nei limiti delle tolleranze di seguito previste.

Le tolleranze ammesse nell'accettazione delle caratteristiche fisiche e meccaniche di aggregati, bitumi e conglomerati sono le seguenti:

**Granulometria inerte.** Rispetto al valore percentuale del passante ai singoli vagli della curva granulometrica adottata, sarà ammessa una tolleranza di  $\pm 3$  punti dal setaccio 20 mm (UNI EN 9331-) al setaccio 4 mm (UNI EN 933-1), di  $\pm 2$  punti dal setaccio 2 mm (UNI EN 933-1) al setaccio 0,063 mm (UNI EN 9331-), di  $\pm 1,5$  punti rispetto ai limiti previsti per l'additivo dal presente Capitolato purché non vengano superati i limiti del fuso.

**Dosaggio bitume.** Rispetto al valore percentuale in peso, sul peso dell'inerte, stabilito in relazione alla ricetta ottimale, sarà ammessa una tolleranza di  $\pm 0,25$  punti, purché il tenore di legante rientri nei limiti del presente Capitolato.

**Resistenza Marshall.** Non sono previste tolleranze per quanto concerne i valori minimi di Stabilità e Rigidità.

**Resistenza a trazione indiretta.** Non sono previste tolleranze per quanto concerne i valori minimi di resistenza o deformazione unitaria a rottura.

**Altre proprietà.** Per quanto non espressamente previsto dal presente Capitolato, si ammette una tolleranza del 5% sul valore di soglia previsto per la singola prova di caratterizzazione, a condizione che il superamento del limite di Capitolato costituisca evento eccezionale che una seconda prova eseguita su distinto campione, destinato al medesimo utilizzo, non confermi.

I requisiti di accettazione (con le relative tolleranze, ove ammesse) dovranno comunque essere soddisfatti per le miscele prelevate sia all'impianto di produzione che all'atto della stesa, come sopra indicato.

#### ***Apr.A.1.5.1.15 Controllo dei requisiti ed accettazione delle lavorazioni***

Al termine della compattazione lo strato di collegamento, dovrà avere una densità, uniforme in tutto lo spessore, non inferiore al 97% di quella Marshall dello stesso giorno, rilevata all'impianto o alla stesa, inoltre dovrà essere verificato il contenuto di vuoti residui in opera (secondo Norma UNI EN 12697-8), che dovrà risultare compreso fra 4 e 7%. La valutazione del peso di volume sarà eseguita secondo la Norma UNI EN 12697-8, su carote di 10 cm di diametro, prelevate secondo le modalità previste al precedente art. 5.2.6 per la caratterizzazione dei materiali messi in opera. Il valore risulterà dalla media di due prove. Particolare cura dovrà essere nel riempimento delle cavità rimaste negli strati superficiali dopo il prelievo delle carote.

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

- 1) Al termine della compattazione lo strato di usura dovrà avere una **densità**, uniforme in tutto lo spessore, non inferiore al 97% di quella Marshall dello stesso giorno, rilevata all'impianto o alla stesa.
- 2) Il contenuto di **vuoti residui in opera** (secondo Norma UNI EN 12697-8), deve essere compreso fra 2 e 5%.
- 3) Il conglomerato bituminoso per strati d'usura deve avere una **tessitura superficiale** tale da non risultare scivoloso. Le caratteristiche di antisdrucciolevolezza rilevate mediante rugosimetro portatile a pendolo (TRRL British Portable Skid Resistance Tester), secondo la Norma CNR B.U. n° 105 del 15 Marzo 1985, dovranno essere espresse da un BPN **superiore a 60**. Per valori di BPN inferiori a 60 dovrà essere rilevato il Coefficiente di Aderenza Trasversale (CAT) mediante apparecchio S.C.R.I.M. (Sideway force Coefficient Routine Investigation Machine), secondo Norma CNR B.U. n° 147 del 14 Dicembre 1992, il quale sarà considerato: buono, per valori non inferiori a 0,60; soddisfacente, per valori compresi tra 0,45 e 0,60 (non accettabile); discreto (non accettabile), per valori compresi tra 0,35 e 0,45; mediocre (non accettabile) per valori inferiori a 0,35.
- 4) La **macrotessitura superficiale** per strati d'usura, espressa in termini di altezza di sabbia (HS), ai sensi della Norma UNI EN 13036-1:2002, dovrà essere media, ovvero maggiore di 0,4 mm.
- 5) Il conglomerato bituminoso, in opera, deve avere una superficie regolare. L'International Roughness Index (IRI) per strati d'usura misurato su tratti più lunghi della stessa strada dovrà risultare:  
IRI medio/km  $\leq 1,8$  mm/m (deviazione standard non superiore a 0,4 mm/m). intervento su tutta la carreggiata;  
IRI medio/km  $\leq 2$  mm/m (deviazione standard  $< 0,4$  mm/m). intervento limitato ad una parte della carreggiata;  
IRI medio/km  $\leq 2,5$  mm/m (deviazione standard  $< 0,4$  mm/m). su ponti e viadotti  
La velocità di rilievo dovrà essere mantenuta quanto più possibile costante e non dovrà scendere sotto i 25 km/h. Dovrà essere rilevata l'intera lunghezza degli interventi realizzati da ogni singolo cantiere e dovrà essere interessata almeno una corsia; le misure di IRI dovranno essere effettuate con un "passo di misura" di 10 m e quindi analizzate per tratte omogenee. Per TRATTA OMOGENEA si intende quel tratto di pavimentazione in cui i valori dell'indicatore sono statisticamente poco dispersi intorno ad un valore medio. I valori medi di IRI ricavati per ciascuna TRATTA OMOGENEA dovranno risultare minori o uguali alle prescrizioni riportate. Nel caso in cui l'apparato di misura abbia rilevato l'IRI su i due lati della corsia in esame è facoltà della DL analizzare entrambe le serie e prendere in considerazione i valori medi di IRI relativi alle TRATTE OMOGENEE in condizioni peggiori, detta misurazione valuterà comunque l'intera larghezza dell'intervento.
- 6) Le misure di BPN, HS, CAT e IRI dovranno essere, di norma, effettuate non prima del 120° giorno di apertura della strada al traffico né dopo il 180° giorno. I rilievi potranno essere effettuati (fatta eccezione per l'IRI) su qualsiasi tratto stradale; nei tratti esclusi dalle misure, la Direzione Lavori potrà disporre la realizzazione di quei rilievi che riterrà necessari in relazione allo stato della pavimentazione e alle carenze funzionali individuabili visivamente.
- 7) Come richiesto dall'art. 5.2.5, la superficie degli strati di usura in conglomerato bituminoso, a seguito di costipamento, dovrà presentarsi priva di irregolarità, ondulazioni e segregazione degli elementi di diverse dimensioni.
- 8) La regolarità superficiale sarà anche verificata con un'asta rettilinea lunga 4 m. che, posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato, dovrà aderirvi uniformemente. Saranno tollerati scostamenti occasionali e contenuti nel limite di 4 mm. Il tutto nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto.
- 9) Non saranno consentiti scostamenti per lo spessore dello strato finito: saranno previste tolleranze, in più o in meno, fino 10% dello spessore totale, a condizione che il massimo scostamento si presenti solo saltuariamente.

**Art. A.1.5.2. Emulsione bituminosa di ancoraggio per strati di usura e di collegamento****Apt.A.1.5.2.1 Mano di ancoraggio con emulsione bituminosa tradizionale**

## CARATTERISTICHE EMULSIONI BITUMINOSE NORMALI

Emulsione Cationica					
Indicatore di qualità	Normativa	Unità di misura	Cationica 55%	Cationica 60%	Cationica 65%
Polarità	UNI EN 1430	---	Positiva	Positiva	Positiva
Contenuto di acqua	UNI EN 1429	%	45±2%	40±2%	35±2%
Contenuto legante bituminoso	UNI EN 1431	%	55±2	60±2	65±2
Sedimentazione a 7 gg	UNI EN 12847	%	<8	<10	<10
Caratteristiche bitume estratto					
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	>70	>70	>70
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	>30	>40	>40

**Apt.A.1.5.2.2 Mano di ancoraggio con emulsione bituminosa elastomerica**

## CARATTERISTICHE EMULSIONI BITUMINOSE MODIFICATE

	Unità di misura	Norme di riferimento	Requisiti
Contenuto di bitume	%	UNI EN 1431	≥60
Contenuto d'acqua	%	UNI EN 1428	≤40
Grado di acidità	pH	UNI EN 12850	2-4
Sedimentazione a 7 gg	% in peso	UNI EN 12847	<10
Palla e anello	°C	UNI EN 1427	55-75
Penetrazione	dmm	UNI EN 1426	50-70
Ritorno elastico	%	UNI EN 13398	≥50
Punto di rottura Fraas	°C	UNI EN 12593	≤-10

La mano di ancoraggio deve essere realizzata mediante spruzzatura di emulsione bituminosa elastomerizzata - che assicuri elevate proprietà di adesione, coesione ed ancoraggio - in ragione di almeno 800 g/m<sup>2</sup> e comunque seconda la quantità richiesta in perizia (fino a 1.500 g/m<sup>2</sup> e oltre su superfici fresate o comunque a macrorugosità grossa o molto grossa, cioè con altezza di sabbia, secondo Norma CNR B.U. n° 94 del 15 Ottobre 1993, superiore a 0,8 mm). Il piano di posa dovrà essere continuo e regolare, senza alcuna interruzione al deflusso superficiale.

## CAPITOLO 2 - SEGNALETICA ORIZZONTALE

### **Art. A.2.1.1.      *Caratteristiche tecniche ed organizzative per l'esecuzione della segnaletica orizzontale***

La segnaletica orizzontale dovrà essere eseguita di norma a mezzo di macchine traccialinee con compressori a spruzzo appositamente attrezzati e muniti di dischi per la direzione dello spruzzo.

L'uso di macchine traccia-linee semoventi automatiche con manovratore a bordo, dovrà essere preventivamente autorizzato dalla DD.LL.

La quantità di vernice da impiegare per unità di superficie dovrà essere quella occorrente affinché la segnaletica, a giudizio insindacabile della stazione appaltante, sia perfettamente visibile sia di giorno che di notte, indipendentemente dallo stato del piano viabile stradale (rugosità, ecc.) e comunque *non dovrà avere un coefficiente di luminanza retroriflessa  $R$  inferiore ad almeno  $100 \text{ mcd} \cdot \text{n}^2 \cdot \text{lx}^{-1}$  per tutta la durata mesi 8 (otto) dalla sua esecuzione.*

A tale scopo, con esclusione della segnaletica temporanea (colore giallo), si provvederà alla misura del coefficiente di luminanza retroriflessa, secondo la geometria prescritta dalla Norma UNI EN 1436:1996, utilizzando, per le linee di margine e di mezzzeria, sistemi di misura ad alto rendimento (ECODYN, Laserlux) simulanti la visione a 30 m; mentre per frecce direzionali, disegni vari e scritte si farà uso dello strumento portatile a lettura puntuale.

Le misure verranno eseguite a distanza di 30 gg. dalla messa in opera ed al termine del periodo di garanzia.

All'occorrenza l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese alla pulizia della sede stradale, ove necessario, prima della spruzzatura della vernice; tale onere è comunque da ritenersi compreso nel prezzo unitario.

### **Art. A.2.1.2.      *Garanzia e manutenzione***

La segnaletica eseguita sia in prima che in seconda spruzzatura dovrà essere perfettamente efficiente per un periodo non inferiore a giorni 240 (duecentoquaranta) dalla data di esecuzione e ciò indipendentemente dall'epoca in cui la stessa viene eseguita.

Qualora, a giudizio insindacabile della stazione appaltante, in qualsiasi momento del periodo di garanzia fosse necessario provvedere al rifacimento o ripassatura della segnaletica che si rendesse inefficiente per carenze esecutive, l'Impresa dovrà provvedervi senza diritto ad ulteriori compensi.

L'Impresa dovrà pure provvedere a proprie cure e spese al rifacimento di quella segnaletica che risultasse non conforme alle prescrizioni del vigente Codice della Strada (D.L. 30-4-1992 n. 285 e D.P.R. 16-12-1992 n. 495).

In particolare, si richiama quanto disposto nelle circolari del ministero dei LL.PP. n. 13460 dell'11.09.1964 e n. 9420 del 20.10.1967.

### **Art. A.2.1.3.      *Norme per la misurazione***

Le quantità dei lavori eseguiti saranno valutate con metodi geometrici a metroquadrato od a metrolineare, secondo le indicazioni dei prezzi unitari ed in armonia con la tavola di progetto allegata.

La misurazione della segnaletica orizzontale dovrà riferirsi a superficie effettivamente coperta, con esclusione pertanto di qualsiasi spazio non ricoperto per disegni di vario genere (zebrature) e frecce direzionali, mentre per diciture (STOP), lettere alfabetiche ed iscrizioni varie, verrà contabilizzato il rettangolo massimo circoscritto ad ogni lettera. e comunque ci si dovrà attenere scrupolosamente a quanto previsto dall'allegato C per i simboli e figure maggiormente usati con particolare riguardo alle dimensioni degli stessi che dovranno essere indicati nelle note di lavoro pena l'applicazione minima sempre prevista dal predetto allegato.

### **Art. A.2.1.4.      *Qualità, prove e controlli del materiale***

#### ***Art. A.2.1.4.1      Caratteristiche generali e particolari della pittura***

La pittura da impiegare dovrà essere del tipo rifrangente e cioè contenere sfere di vetro premiscelate durante il processo di fabbricazione, cosicché dopo l'essiccamento e successiva esposizione delle sfere di vetro, dovuta all'usura dello strato superficiale della pittura stessa sullo spartitraffico, queste svolgano effettivamente una efficiente funzione di guida nelle ore notturne agli autoveicoli, sotto l'azione della luce dei fari.

Per la pittura bianca il pigmento inorganico sarà costituito da biossido di titanio con o senza aggiunta di ossido di zinco.

Per quanto concerne le cariche contenute nel prodotto verniciante, queste dovranno, per qualità, forma e dimensioni, contribuire a migliorare le caratteristiche di resistenza meccanica dello strato di pittura applicata, e in particolare a rendere meno scivolosa la segnaletica orizzontale realizzata, con valori di SRT che non si discostino macroscopicamente da quelli rilevati nella pavimentazione limitrofa.

Per la pittura gialla il pigmento sarà costituito da cromato di piombo.

La pittura non dovrà contenere coloranti organici e non dovrà scolorire sotto l'azione dei raggi UV.

Il solvente o le miscele di solventi utilizzati, dovranno facilitare la formazione di una striscia longitudinale omogenea e priva di difetti (la pittura dovrà aderire tenacemente alla superficie stradale), inoltre dovranno evaporare rapidamente senza attaccare il sottostante legante bituminoso.

Il liquido, pertanto dovrà essere del tipo oleoresinoso con parte resinosa sintetica.

La pittura dovrà essere omogenea, ben macinata e di consistenza liscia e uniforme, non dovrà fare crosta né diventare gelatinosa od inspessirsi; dovrà consentire la miscelazione nel recipiente contenitore senza difficoltà, mediante l'uso di una spatola.

La pittura non dovrà assorbire grassi, oli ed altre sostanze tali da causare la formazione di macchie e la sua composizione chimica dovrà essere tale che, applicata sulla pavimentazione stradale, anche nei mesi estivi, non presenti tracce di inquinamento da sostanze bituminose, e dovrà essere comunque idonea a resistere all'affioramento del legante bituminoso.

#### ***Densità***

La densità della pittura, determinata a 25° C, dovrà essere uguale o maggiore a 1.5 kg/l (UNI 8360:1982).

#### ***Aggiunta di diluente***

La pittura dovrà essere adatta per essere applicata sulla pavimentazione stradale con le normali macchine spruzzatrici e dovrà produrre una linea consistente e piena della larghezza richiesta.

Potrà essere consentita l'aggiunta di piccole quantità di diluente fino al massimo del 4% in peso.

#### *Contenuto di pigmenti*

La pittura dovrà contenere pigmenti inorganici che abbiano una ottima stabilità all'azione dei raggi UV, una elevata resistenza agli agenti atmosferici e una limitata propensione all'assorbimento e alla ritenzione dello sporco.

I pigmenti contenuti nella pittura dovranno essere compresi tra il 35 e il 45% in peso (UNI EN 12802:2001).

#### *Contenuto di biossido di titanio e di cromato di piombo*

Tra i pigmenti, il contenuto di biossido di titanio (TiO<sub>2</sub>) non dovrà essere inferiore al 14% in peso sulla pittura bianca, mentre il cromato di piombo (PbCrO<sub>4</sub>) non dovrà essere inferiore al 9% in peso sulla pittura gialla.

Per la determinazione del contenuto del biossido di titanio nella pittura, si farà riferimento alla Norma UNI EN 12802:2001.

### ***Apt.A.2.1.4.2 caratteristiche generali e particolari delle microsfere di vetro premiscelate***

#### *Contenuto di perline perfettamente sferiche ed esenti da difetti*

Le perline rifrangenti dovranno essere trasparenti, prive di imperfezioni secondo quanto prescritto dalla Norma UNI EN 1423:1999 App. C.

La percentuale totale ponderata di microsfere di vetro difettose non potrà superare il 20%.

#### *Indice di rifrazione*

Le sfere di vetro dovranno avere un indice di rifrazione non inferiore a 1.5.

Il metodo per la determinazione dell'indice di rifrazione e' quello descritto dalla norma UNI EN 1423:1999.

#### *Contenuto di perline nella pittura*

La percentuale in peso delle sfere di vetro contenute in ogni chilogrammo di pittura dovrà essere compresa tra il 35% ed il 40% in peso (UNI EN 12802:2001).

#### *Granulometria*

La granulometria delle sfere di vetro contenute nella pittura (premiscelate) determinata secondo la Norma UNI EN 1424:1999, dovrà essere conforme alle caratteristiche indicate nella seguente tabella:

Setaccio ISO 565 R 40/3 µm	Passante in peso %
250	100
150	50 - 75
90	10 - 40
53	0 - 5

### ***Apt.A.2.1.4.3 Prove in situ***

#### *Resistenza all'attrito radente*

La resistenza all'attrito radente della segnaletica orizzontale, verrà rilevata in sito con l'apparecchio portatile a pendolo (British portable skid resistance tester).

I valori misurati verranno espressi in unità "BPN" (British Portable Tester Number).

La segnaletica orizzontale dovrà possedere caratteristiche di antisdrucciolevolezza simili a quelle rilevate nella pavimentazione stradale su cui essa viene applicata.

La resistenza all'attrito dei segnali orizzontali non dovrà risultare inferiore all'80% dei valori misurati in corrispondenza della pavimentazione limitrofa; e comunque il valore BPN rilevato non dovrà essere inferiore a 45.

Qualora la D.L. lo reputi necessario potrà prescrivere che, in zone caratterizzate da condizioni climatiche particolarmente avverse e in prossimità delle intersezioni stradali, il valore BPN del segnale non dovrà essere inferiore al valore rilevato sulla pavimentazione.

Il metodo di prova per determinare la resistenza all'attrito radente dei segnali orizzontali e' quello descritto dalla Norma UNI EN 1436:1996 App. D.

#### *Visibilità notturna (retroreflessione)*

La visibilità notturna della segnaletica orizzontale sarà determinata in sito mediante il rilievo del coefficiente di luminanza retroriflessa (RL). Essa costituisce parametro rilevante ai fini dell'accettabilità della segnaletica pertanto la miscela da mettere in opera dovrà essere studiata ai fini di ottenere i valori di luminanza retroriflessa richiesti.

Allo scopo di utilizzare nuove e migliori tecnologie che dovessero presentarsi: l'esecutore avrà la possibilità, previa richiesta scritta e successiva autorizzazione della D.L., di derogare dai parametri richiesti per i singoli componenti purché ciò sia finalizzato all'ottenimento di una maggiore visibilità notturna.

Le caratteristiche geometriche dell'apparecchiatura fotometrica idonea a misurare il RL, saranno quelle prescritte dalla Norma UNI EN 1436 App. A.

Il valore minimo del coefficiente di luminanza retroriflessa dovrà essere misurato dopo il 30° giorno e tra il 220° e 240 giorno successivi alla messa in opera della segnaletica orizzontale, e dovrà avere un valore eguale o superiore a 100 mcd/lx-1.

## **CAPITOLO 3 - CONTROLLI – MISURE – COLLAUDI - ISPEZIONI**

### **Art. A.3.1.1.        Premesse**

I trattamenti superficiali e le pavimentazioni in genere verranno misurati in ragione di superficie, avvertendo che non saranno contabilizzate le maggiori superfici non ordinate dalla Direzione dei Lavori.

Nei prezzi unitari relativi è compresa ogni fornitura e magistero per dare il lavoro compiuto con le modalità e le norme che procedono, e che sono richiamate nei prezzi unitari dell'annesso Elenco.

### **Art. A.3.1.2.        Controlli minimi sull'esecuzione**

Nel cantiere di stesa dovranno essere sempre effettuati i seguenti controlli:

- verifica dell'idoneità delle attrezzature di stesa e rullatura;
- verifica delle temperature di stesa e rullatura;
- verifica della composizione e delle caratteristiche intrinseche del conglomerato bituminoso, secondo le indicazioni, del presente Capitolato paragrafi "Controllo dei requisiti di accettazione in fase di confezionamento e posa della miscela";
- verifica della composizione e delle caratteristiche fisico-meccaniche di carote indisturbate prelevate dallo strato finito, nelle eventualità, nei modi e nei tempi indicati, e con le condizioni del presente Capitolato;
- verifica delle caratteristiche superficiali in opera, secondo le indicazioni "Controllo dei requisiti ed accettazione delle lavorazioni" del presente Capitolato;
- verifica della regolarità superficiale.

Nel cantiere di stesa, almeno durante i primi giorni di lavorazione, l'Appaltatore dovrà mettere a disposizione un laboratorio mobile idoneamente attrezzato per prove e controlli in corso di esecuzione del manto, condotto da personale appositamente addestrato, al fine di poter effettuare le verifiche aggiuntive sul conglomerato che saranno ritenute necessarie dalla Direzione Lavori.

Lo studio per la formulazione della miscela, i controlli previsti dal presente Capitolato Speciale d'Appalto, i controlli eventualmente richiesti dalla Direzione Lavori dovranno essere eseguiti, con la frequenza che quest'ultima indicherà, presso Laboratori di prova qualificati, a cura e spese dell'Appaltatore.

### **Art. A.3.1.3.        Norme per la misurazione e la valutazione dei lavori**

Le quantità dei lavori e delle provviste saranno determinate con metodi geometrici, a numero o a peso o a mc., in relazione a quanto previsto nell'elenco prezzi.

#### ***Apt.A.3.1.3.1 Misurazioni***

I lavori saranno liquidati in base alle misure fissate dal progetto, anche se dalle misure di controllo rilevate dagli incaricati dovessero risultare spessori, lunghezze e cubature effettivamente superiori. Soltanto nel caso in cui la Direzione Lavori abbia ordinato tali maggiori dimensioni, se ne terrà conto nella contabilizzazione.

Nel caso che dalle misure di controllo risultassero dimensioni minori di quelle indicate in progetto o prescritte dalla Direzione Lavori sarà facoltà insindacabile della Direzione Lavori ordinare la demolizione delle opere e la loro ricostruzione a cura e spese dell'Appaltatore.

Nel caso le minori dimensioni accertate fossero compatibili, ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori, con la funzionalità e la stabilità delle opere, queste potranno essere accettate e pagate in base alle quantità effettivamente eseguite.

Le misure saranno prese in contraddittorio, mano a mano che si procederà all'esecuzione dei lavori, e riportate su appositi libretti che saranno firmati dagli incaricati della Direzione Lavori e dell'Appaltatore.

Resta sempre salva, in ogni caso, la possibilità di verifica e di rettifica in occasione delle operazioni di liquidazione finale dei lavori o di collaudo.

#### ***Apt.A.3.1.3.2 Controlli e collaudi***

In conformità di quanto previsto, il Direttore dei Lavori (oppure il Collaudatore in corso d'opera) controllerà che i lavori vengano eseguiti nel rispetto di tutte le normative vigenti nonché di tutti i documenti che formano parte integrante del contratto e delle presenti "Norme Generali"

#### ***Apt.A.3.1.3.3 Ispezioni e prove***

La Ditta assuntrice ha l'obbligo, nel corso dei lavori, di consentire l'esecuzione di tutte le prove, saggi, verifiche, controlli ecc. che la Direzione Lavori riterrà opportuno, al fine di accertare la rispondenza delle opere ed il funzionamento degli impianti, nelle rispettive loro parti componenti e nel loro complesso.

A tale scopo l'Impresa esecutrice dei lavori dovrà mettere a disposizione tutta la manodopera, gli attrezzi e gli strumenti necessari per l'esecuzione delle prove stesse, restando i relativi oneri a carico della Ditta medesima ed intendendosi gli stessi compresi nel prezzo dell'appalto.

L'esito di tutte le prove, saggi, verifiche e controlli eseguiti sarà verbalizzato in contraddittorio tra la Ditta e la Direzione Lavori.



L'esito delle prove, saggi, verifiche e controlli oggetto del presente articolo non interferirà in alcun modo con quanto sarà disposto dal collaudatore dell'opera, il quale potrà comunque anche disporre la ripetizione delle prove già eseguite e l'esecuzione di nuove prove, saggi, verifiche e controlli senza che per ciò l'Impresa abbia diritto a richiedere particolari compensi eccedenti il prezzo dell'appalto.

Per quanto concerne i materiali messi in opera durante la realizzazione della sovrastruttura stradale, sia durante l'esecuzione dei lavori che in fase di produzione delle miscele previste dal Capitolato, saranno effettuate sistematiche ispezioni e prove su campioni di forniture, nonché su miscele confezionate prima e dopo la messa in opera, intese a controllarne la rispondenza agli studi preliminari e ai requisiti di accettazione.

Le modalità di approntamento, le norme per la presentazione e la designazione dei campioni risultano determinate come segue:

1) ogni campione deve essere riposto in apposito contenitore chiuso; deve inoltre essere numerato, portare il cartellino con il titolo del lavoro dell'appalto e la descrizione della tipologia del materiale o il corrispondente numero d'ordine dell'elenco prezzi unitari;

2) i campioni dovranno essere depositati, a cura e spese delle Ditte, nei modi e nei luoghi che la Direzione Lavori indicherà di volta in volta (magazzini della società appaltante);

I campioni saranno quelli corrispondenti a materiali e lavorazioni aventi impiego nell'esecuzione delle opere; detti campioni potranno essere restituiti solo dopo l'intervenuta approvazione del collaudo.

Dovranno altresì essere presentati studi relativi ai miscugli bituminosi e cementizi di cui si prevede l'utilizzo, suffragati da prove di laboratorio che ne garantiscano le caratteristiche richieste, così come previsto ai corrispondenti articoli del presente Capitolato speciale d'Appalto ("Studio di fattibilità ed ottimizzazione").

In ogni caso tutti i materiali dovranno corrispondere ai requisiti indicati nelle specifiche condizioni tecniche (di cui agli articoli: "Caratteristiche dei materiali componenti", "Caratteristiche dell'impasto", "Controllo dei requisiti di accettazione", "Formazione e confezione delle miscele", "Controllo dei requisiti ed accettazione delle lavorazioni", "Controlli sulla esecuzione"), né potrà effettuarsi variazione alcuna in corso d'opera del tipo e della fonte di approvvigionamento proposti dall'Impresa ed accettati dalla Direzione Lavori medesima senza che questa ne esprima autorizzazione scritta.

I risultati delle ispezioni, delle prove, dei sondaggi e controlli dovranno essere certificati e riportati su registro tenuto dal Direttore dei Lavori..

#### ***Apr.A.3.1.3.4 Collaudo finale - Certificato di regolare esecuzione***

Il Collaudatore, per il Collaudo finale, ispezionerà la pavimentazione, accerterà che la stessa pavimentazione sia in buono stato di conservazione, priva di segno di deformazione, di ondulazioni, di abrasioni anormali, di ormaie, di sgretolamenti, con regolare scarico delle acque meteoriche in ogni punto della superficie, verificherà la rispondenza della pavimentazione alle presenti Norme e Prescrizioni tecniche, a tutte le norme vigenti e a tutti i documenti che fanno parte del contratto; prenderà visione e valuterà i risultati delle ispezioni, delle prove e dei documenti raccolti, in corso d'opera.

Constatata la corrispondenza fra tutti i documenti amministrativi e tecnici e i risultati dei lavori eseguiti, il Collaudatore redigerà l'atto di collaudo definitivo o il certificato di regolare esecuzione da parte del Direttore dei Lavori.

### **Art. A.3.2 PROVVEDIMENTI TECNICO – AMMINISTRATIVI E PENALI**

#### ***Apr.A.3.2.1.1 Descrizione***

I risultati delle ispezioni, delle prove e dei certificati raccolti nei controlli in corso d'opera o finali dovranno essere conformi (o compatibili) con i requisiti di accettazione di cui alle presenti Norme e Prescrizioni tecniche.

Per ogni materiale (componente o miscela) messo in opera, sono definite una o più caratteristiche di accettazione, corrispondenti ad un suo utilizzo "a regola d'arte". Per ogni lavorazione, sono altresì definite una o più caratteristiche di accettazione, corrispondenti ad una sua realizzazione "a regola d'arte".

Considerato che:

1) l'uniformità dei risultati di prove, ispezioni e certificazioni su materiali e lavorazioni è strettamente dipendente da diversificati fattori:

la costanza, la regolarità, l'entità e l'omogeneità delle forniture di materiale;

il controllo e l'automatismo dei processi di trattamento di prodotti e sottoprodotti utilizzati nell'intervento;

l'organizzazione di tutte le fasi di produzione, trasporto e messa in opera delle miscele;

le condizioni climatiche ed ambientali in cui viene effettuata la lavorazione;

2) i risultati di ispezioni, prove e certificazioni sono tanto più attendibili quanto più è elevata la numerosità dei campioni cui questi si riferiscono, e che, altresì, le condizioni operative in campo autostradale non sempre consentono di eseguire un'ideale campionatura;

3) tutte (o quasi) le procedure di caratterizzazione dei materiali e delle lavorazioni hanno un limite intrinseco di *ripetibilità* o *riproducibilità*;

4) tutte le fasi operative che contraddistinguono la realizzazione di una sovrastruttura autostradale possono essere "marcate" da errori, anche accidentali e non sempre controllabili;

si ammette che il confronto tra proprietà risultanti di materiali e/o lavorazioni e i relativi requisiti di accettazione debba essere opportunamente articolato, in modo da attribuire la giusta rilevanza a tutti i fattori che possono determinare difformità rispetto alle prescrizioni di Capitolato, anche in relazione agli effetti che tali difformità potranno determinare - in termini di danni all'esercizio e di oneri per la manutenzione - alla riuscita "a regola d'arte" dell'intervento esaminato.

Di conseguenza si stabilisce che:

– per tutti i materiali e le lavorazioni, ogni primo test di Laboratorio considerato (parzialmente o totalmente) non idoneo debba

- essere seguito da un secondo test di verifica;
- solo a un secondo test che confermi la mancata idoneità di materiale o lavorazione debba far seguito, a giudizio della Direzione dei Lavori, l'applicazione di penalità a carico dell'Impresa esecutrice, salvo che la D.L. stessa non propenda per l'esecuzione di nuovi e più estesi controlli.
- In ogni caso la D.L. qualora ritenesse necessario, farà eseguire il rifacimento di tutti gli strati privi di requisiti richiesti dal presente C.S.A. La modalità e la frequenza di verifica di materiali e lavorazioni è descritta negli articoli relativi ai singoli interventi. Le penalità previste per la Ditta Appaltatrice, in caso di perdurante inadempienza nel rispetto dei requisiti di accettazione di materiali e lavorazioni sono costituite come appresso indicato.

#### ***Apr.A.3.2.1.2 Penali***

Per quanto non previsto dell'intero capitolo 2 si precisa ulteriormente quanto segue:

##### *Fresatura*

La non idonea pulizia delle superfici accertata e contestata dalla Direzione dei Lavori, determinerà, a giudizio di questa, una penalizzazione sul prezzo di elenco non superiore al 15%, comunque proporzionale all'estensione ed all'entità dell'imperfezione ravvisata.

*Per Conglomerati bituminosi in genere, salvo quanto più specificamente indicato ai punti a- b- c- d- e*

Se la quantità di bitume in percentuale per ogni singolo impasto di conglomerato bituminoso risulti oltre le tolleranze se non convalidate dal Direttore dei Lavori sarà operata una detrazione per ogni 0,1 (zerovirgolauno) punto percentuale di scostamento pari al 3% del prezzo unitario di aggiudicazione da computare sulla superficie relativa a quella stesa o a quel materiale fornito nella giornata e fino al controllo successivo.

Se il contenuto percentuale dei vuoti residui esce dalle tolleranze indicate si procederà ad una detrazione del 3% per ogni punto percentuale con le metodologie di cui sopra.

In ogni caso il mancato rispetto degli spessori per ogni singolo tipo di conglomerato in ragione del -10% rispetto allo spessore minimo di progetto richiesto comporterà una detrazione pari al 10% del rispettivo prezzo unitario di aggiudicazione fatto salvo quanto previsto dagli altri articoli. Della media dei saggi (carote) presi in considerazione per ogni singolo tratto di strada non faranno parte alcuna, prelievi di carote con spessore maggiori o inferiori al 10% dello spessore di progetto con arrotondamento della seconda cifra decimale per eccesso in caso di minor spessore e per difetto in caso di maggior spessore (per il tappeto saranno tenute valide le medie rientranti fra cm 2,70 e cm 3,30).

Ogni avallamento superiore alle prescrizioni riscontrato (sia trasversale che longitudinale) sulla superficie dello strato di pavimentazione a diretto contatto con l'azione del traffico, comporterà la detrazione del 5% sul prezzo unitario di aggiudicazione fornito e posto in opera con un minimo di mq. 10 (a superficie) o tonn. 1,00 di conglomerato a peso.

Resta comunque che qualora le carenze riscontrate risultino gravi e possano compromettere il buon esito della pavimentazione nel suo complesso è in facoltà della Direzione Lavori ordinare la rimozione della pavimentazione stessa con l'obbligo di rifacimento con tutte le spese a carico e della ditta appaltatrice.

Per la segnaletica orizzontale è fatto obbligo all'impresa appaltatrice di mantenere costante un coefficiente di luminanza retroriflessa R pari ad almeno  $100 \text{ mcd} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{lx}^{-1}$  per tutta la durata mesi 8 (otto) dalla sua esecuzione. Per ogni 5% in meno è prevista una detrazione pari al 10% del prezzo di aggiudicazione.

##### *a) Conglomerati bituminosi tradizionali*

Il mancato rispetto di uno dei seguenti requisiti relativi all'aggregato:

- 1) Contenuto di inerte frantumato
- 2) Equivalente in sabbia
- 3) Indice di forma o di appiattimento (per usura e binder)
- 4) Granulometria
- 5) Perdita in peso alla prova Los Angeles
- 6) Coefficiente di Levigabilità Accelerata (per usura)  
determinerà una penalizzazione sul prezzo dello strato finito pari al 10%.  
Il mancato rispetto di uno dei requisiti relativi al legante:
- 7) Penetrazione
- 8) Punti di rammollimento (metodo palla e anello) o Punto di rottura (metodo Fraass) o Indice di penetrazione  
determinerà una penalizzazione sul prezzo dello strato finito pari al 10%.  
Per il mancato rispetto di uno dei seguenti requisiti:
- 9) Dosaggio del legante
- 10) Stabilità Marshall (prima o dopo immersione H2O)
- 11) Scorrimento e rigidità Marshall
- 12) Percentuale dei vuoti residui su provini Marshall
- 13) Resistenza a trazione indiretta

14) Dosaggio e composizione della mano di ancoraggio in emulsione bituminosa

15) Regolarità dello strato finito (solo base e binder)

lo strato di base, binder o usura in conglomerato bituminoso tradizionale sarà penalizzato del 15% del suo prezzo di elenco.

Nel caso che per lo strato di usura non sia rispettato uno dei requisiti relativi a:

16) Antidrucciolevolezza rilevata mediante rugosimetro portatile a pendolo o espressa con Coefficiente di Aderenza Trasversale (CAT)

17) Macrotestitura, espressa in termini di altezza di sabbia (HS)

18) Grado di costipamento dello strato (in rapporto alla densità Marshall del medesimo impasto o alla densità dello studio di ottimizzazione)

19) Contenuto dei vuoti residui in opera

20) Regolarità dello strato

21) Spessore dello strato finito

questo sarà penalizzato del 20% del suo prezzo.

Il mancato rispetto delle temperature di posa delle miscele bituminose, comporterà una penale pari al 10% del prezzo di elenco del relativo strato.

Strati eventualmente compromessi dalle condizioni meteorologiche o da cause diverse (segregazione, sgranamenti o fessurazioni superficiali; imperfetta realizzazione dei giunti; cattiva sovrapposizione di stese successive; altre imperfezioni previste, dovranno essere rimossi e ricostruiti a cura e spese dell'Appaltatore.

In ogni caso le riduzioni di spessore dello strato finito, determineranno un'addizionale detrazione corrispondente ad una penalità pari alla minore quantità di materiale messo in opera.

#### *b) Conglomerati tradizionali con bitume modificato "HARD"*

Valgono le penalità indicate al capo a) precedente, con le seguenti modifiche al testo:

- il punto 7 relativo alla Penetrazione diventa: Penetrazione o viscosità dinamica;
- il punto 13 relativo alla resistenza a trazione indiretta diventa: resistenza a trazione indiretta o prova di impronta.

#### *c) Trattamenti impermeabilizzanti: emulsione bituminosa*

Il mancato rispetto di uno dei requisiti relativi al legante:

22) Tipo e dosaggio dell'elastometro modificante

23) Penetrazione o viscosità dinamica del bitume

24) Punto di rammollimento (metodo palla e anello) o punto di rottura (metodo Fraass) del bitume

25) Contenuto di legante nell'emulsione

26) Contenuto di bitume + polimero residuo della distillazione o di H<sub>2</sub>O nell'emulsione

27) Contenuto di flussante nell'emulsione o demulsività

28) Trattenuito al setaccio da 0,85 mm o sedimentazione a 5 giorni dell'emulsione

29) Viscosità Engler dell'emulsione

determinerà una penalizzazione sul relativo prezzo di elenco pari al 15%.

Il mancato rispetto della temperatura di applicazione, comporterà una penale pari al 10% del relativo prezzo di elenco.

In ogni caso, il sottodosaggio dell'emulsione determinerà un'addizionale detrazione corrispondente a una penalità pari alla minore quantità di materiale messo in opera.

#### *d) Trattamenti impermeabilizzanti: microtappeti*

Il mancato rispetto di uno dei requisiti relativi all'aggregato:

30) Contenuto di inerte frantumato

31) Equivalente in sabbia

32) Granulometria

33) Perdita in peso alla prova Los Angeles

determinerà una penalizzazione pari al 10% sul relativo prezzo di elenco.

Il mancato rispetto di uno dei requisiti relativi al legante:

34) Tipo e dosaggio del polimero modificante

35) Penetrazione o viscosità dinamica a 60°C o a 160°C

36) Punto di rammollimento (metodo palla e anello) o Punto di rottura (metodo Fraass) o Indice di Penetrazione

37) ) Ritorno elastico o allungamento a rottura

38) Dosaggio di emulsione bituminosa sul piano fresato o binder

39) Dosaggio di emulsione elastomerizzata sul microtappeto

determinerà una penalizzazione sul prezzo dello strato finito pari al 10%.

In ogni caso, il sottodosaggio dell'emulsione determinerà un'addizionale detrazione corrispondente ad una penalità pari alla minore quantità di materiale messo in opera.

Il mancato rispetto di uno dei requisiti relativi a:

40) Dosaggio di legante

41) Stabilità Marshall (prima e dopo immersione in H<sub>2</sub>O)

42) Scorrimento e rigidità Marshall

43) Percentuale dei vuoti su provini Marshall

44) Resistenza a trazione indiretta o prova di impronta

Lo strato di microtappeto in conglomerato bituminoso sarà penalizzato del 15% del suo prezzo di aggiudicazione.

Nel caso che per il microtappeto non sia rispettato uno dei requisiti relativi a:

45) Grado di costipamento dello strato (in rapporto alla densità Marshall del medesimo impasto o alla densità dello studio di ottimizzazione)

46) Contenuto dei vuoti residui in opera

47) Regolarità dello strato

48) Spessore dello strato finito

questo sarà penalizzato del 20% del suo prezzo.

Il mancato rispetto della temperatura di posa delle miscele, comporterà una penale pari al 10% del relativo prezzo di elenco.

Strati eventualmente compromessi dalle condizioni meteorologiche o da cause diverse (segregazione, sgranamenti o fessurazioni superficiali), dovranno essere rimossi e ricostruiti a cura e spese dell'appaltatore.

e) *Conglomerati bituminosi "antiskid" e "splittmastix"*

Il mancato rispetto di uno dei requisiti relativi all'aggregato:

49) Contenuto di inerte frantumato

50) Equivalente in sabbia

51) Indice di forma o di appiattimento

52) Granulometria

53) Perdita in peso alla prova Los Angeles

54) Coefficiente di levigabilità accelerata

determinerà una penalizzazione dello strato finito pari al 10%.

Il mancato rispetto di uno dei seguenti requisiti relativi al legante:

55) Penetrazione o viscosità dinamica alla temperatura prevista

56) Punto di rammollimento (metodo palla e anello) o Punto di rottura (metodo Fraass) o Indice di Penetrazione

57) Ritorno elastico o allungamento a rottura

determinerà una penalizzazione sul prezzo dello strato finito pari al 10%.

Per il mancato rispetto di uno dei seguenti requisiti relativi a:

58) Dosaggio del legante

59) Stabilità Marshall (prima o dopo immersione in H<sub>2</sub>O)

60) Scorrimento o rigidità Marshall

61) Percentuale dei vuoti residui su provini Marshall

62) Resistenza a trazione indiretta o prova d'impronta

63) Perdita in peso alla prova denominata "Cantabro"

Lo strato di usura in conglomerato bituminoso antiskid e splittmastix sarà penalizzato del 15% del suo prezzo di elenco.

Nel caso che per lo strato di usura antiskid e splittmastix non sia rispettato uno dei requisiti relativi a:

64) Aderenza rilevata mediante rugosimetro portatile a pendolo o espressa con Coefficiente di Aderenza Trasversale (CAT)

65) Macrotessitura, espressa in termini di altezza di sabbia (HS)

66) Grado di costipamento dello strato (in rapporto alla densità Marshall del medesimo impasto o alla densità dello studio di ottimizzazione)

67) Contenuto dei vuoti residui in opera

68) Regolarità dello strato

69) Spessore dello strato finito

questo sarà penalizzato del 20% del suo prezzo.

Il mancato rispetto della temperatura di posa delle miscele bituminose, comporterà una penale pari al 10% del relativo prezzo di elenco.

### **CALCESTRUZZO ( O MASSETTO ) ARCHITETTONICO:**

Caratteristiche generali da porre in opera : Pavimento architettonico con effetto sasso lavato con uso di graniglie naturali di varie granulometrie ad alta resistenza, carrabile ed idrorepellente armato con rete m.e.s. feb 44l c. diam 6 mm passo 20x20 cm colore a scelta della dd.II con ricorsi metallici rompitratta a passo variabile ma non inferiore a mt 6 nei due sensi. Dovrà rispondere in particolare alle seguenti caratteristiche tecniche e di posa.

La pavimentazione in "calcestruzzo architettonico" o in "ghiaietto lavato", è costituita da un vero e proprio pavimento in calcestruzzo ma, a differenza di quest'ultimo, viene messo in risalto l'aspetto naturale della superficie "scoprendo", attraverso la stesura di uno specifico ritardante/disattivante di presa e un successivo lavaggio ad alta pressione, il conglomerato cementizio stesso, mettendo in evidenza gli inerti che lo compongono e creando con questo un indubbio ed apprezzato effetto estetico. La realizzazione è relativamente semplice, ma il procedimento esecutivo, per evitare un risultato finale insoddisfacente, deve necessariamente rispettare alcune regole basilari a cui non è possibile derogare.

#### **1 – Preparazione dei campi di getto**

La massiciata dovrà essere realizzata di uno spessore coerente con il carico che la pavimentazione, che su di esso verrà realizzata, dovrà sopportare. Mediamente dovrà avere uno spessore variabile dai 25 ai 40 cm di spessore e dovranno essere necessariamente previste opere di contenimento e regimentazione delle acque di scolo e percolamento.

Predisporre le opportune cassature di contenimento del calcestruzzo (legno da asportare, cordoli in calcestruzzo o in pietra naturale, lamierini dritti o curvi da mantenere, ecc.) alle quote di progetto per delimitare le aree di getto.

L'altezza delle cassature dovrà essere quella complessiva dello spessore del calcestruzzo di "sottofondo" (circa 10 cm) maggiorata dello spessore del calcestruzzo "disattivato" (circa 5 cm).

**2 - Realizzazione del sottofondo in calcestruzzo tradizionale fibrinforzato** Procedere al confezionamento del calcestruzzo "tradizionale" per la realizzazione del supporto di base al calcestruzzo "lavato" vero e proprio. Lo spessore consigliato dovrà aggirarsi intorno ai 10 cm (salvo diverse indicazioni della direzione lavori). Durante il confezionamento, in aggiunta agli aggregati puliti e in curva granulometrica continua di dimensione adatta allo spessore da realizzare (solitamente di 28 mm per uno spessore di 10 cm di getto) e al cemento grigio o bianco (in base alle esigenze progettuali) di classe 32,5 R o 42,5 R (in base alle esigenze progettuali) Tipo I (CEM I Portland) o Tipo II A-LL (CEM II Portland composito al calcare) in base alle prestazioni da raggiungere e alla temperatura stagionale, potranno essere aggiunti additivi super fluidificanti e fibre strutturali in poliolefine READYMESH PF 540 per un dosaggio variabile da 1 a 1,5 kg/m<sup>3</sup>, in sostituzione totale o in abbinamento alla rete elettrosaldata (in base alle esigenze progettuali). Al termine delle operazioni di staggiatura del calcestruzzo sulle quote di progetto, la superficie dello stesso dovrà essere opportunamente irruvidita (mediante rastrello o scopa di saggina rigida) per favorire il miglior aggancio dello strato di calcestruzzo successivo da disattivare. **NOTA BENE:** se il calcestruzzo da disattivare dovesse essere steso su un sottofondo in calcestruzzo esistente, accertarsi o procedere al suo irruvidimento mediante opportuna scarifica. In alternativa, dopo opportuno lavaggio ad alta pressione, potrà essere applicato un primer polimerico (tipo BOND HG di AZICHEM srl) come ripresa di getto immediatamente prima della stesura del calcestruzzo da disattivare.

**3 - Confezionamento del calcestruzzo in ghiaietto da disattivare** Per avere una resa estetica ottimale, il mix design del calcestruzzo dovrà prevedere una miscela con più ghiaia e meno sabbia rispetto al normale (calcestruzzo "sotto sabbato"). Questa operazione realizzerà una curva cosiddetta "spezzata" che si discosterà dal normale "fuso granulometrico continuo" tipico di un calcestruzzo tradizionale comunemente utilizzato. Questa curva "spezzata", per la scarsa presenza di fini, penalizzerà il getto in opera, che potrà essere steso solo attraverso "lo scivolo/canale" della betoniera o manualmente, evitando assolutamente l'utilizzo della "pompa per calcestruzzo". Il calcestruzzo così confezionato, potrà essere additivato con ossidi ferrosi colorati per modificarne la pigmentazione, così da ottenere, insieme ai cromatismi del ghiaietto (che variano dal grigio perla, al rosso, fino a varie tonalità di azzurro) un gradevole aspetto superficiale che si integrerà perfettamente all'architettura circostante).

**MIX DESIGN INDICATIVO PER IL CONFEZIONAMENTO DI 1 METRO CUBO DI CALCESTRUZZO "LAVATO":** • Cemento Tipo I (CEM I) o Tipo II/A-LL (CEM II) – 32,5 R o 42,5 R (grigio o bianco): 350 – 450 kg • Aggregati puliti e selezionati (arrotondati o a spacco di cava) diam. 6-12 mm (circa): circa 1.500 kg • Sabbia pulita e selezionata diam. 0-3 mm (circa): circa 100 kg • PRERIT COMPOUND (additivo multifunzionale): 25 kg • PROTECH OXICROME (ossido di ferro sintetico nel colore prescelto): 15 – 25 kg • READYMESH PM 180 (fibre in polipropilene multifilamento da 18 mm): 1 kg • Acqua (quanto basta): Circa 250 lt • **TOTALE MISCELA:** Circa 2.300 kg La tabella sopra evidenziata è puramente indicativa. Vista la volontà di concepire la pavimentazione in ghiaietto lavato come "naturale, a basso impatto ambientale", ci troveremo spesso o quasi sempre nelle condizioni di dover utilizzare inerti locali delle cave limitrofe al cantiere, e quindi dovremo adattarci a quello che la natura mette a disposizione.

4 - Stesura del calcestruzzo in ghiaietto da disattivare Stendere manualmente il calcestruzzo "speciale" nell'ambito delle casserature precedentemente predisposte mediante redabolo metallico (rastrello senza denti) per uno spessore di circa 5 cm. Staggiare la superficie con staggia in alluminio seguendo le quote di progetto e le opportune pendenze.

5 - Lisciatura del calcestruzzo in ghiaietto da disattivare Terminare le operazioni di staggiatura, la superficie sarà adeguatamente lisciata mediante frattazzo metallico o apposito attrezzo lisciante con manico lungo (tavola in magnesio), evitando possibilmente ogni tipo di vibrazione o sollecitazione che potrebbero indurre all'affondamento degli aggregati.

6 - Applicazione del disattivante/ritardante di presa superficiale Stendere uniformemente su tutta la superficie del calcestruzzo interessato alla disattivazione (senza bleeding), mediante pompa manuale o elettrica a bassa pressione, il disattivante/ritardante di presa superficiale PRERIT SOLUTION per un consumo orientativo variabile da 100 a 250 gr/m<sup>2</sup> (in base al tipo e alla quantità di cemento utilizzato, al periodo di esecuzione dell'opera per quanto riguarda la temperatura esterna e alla profondità millimetrica di asportazione della superficie) che inibisce temporaneamente la presa del cemento. PRERIT SOLUTION è un disattivante a base acquosa, pronto all'uso, di colore azzurro tenue, specifico per il lavaggio del calcestruzzo "ritardato" e l'asportazione corticale al positivo. Il prodotto in sostanza permette di "spellare" di qualche millimetro la superficie del calcestruzzo, in modo da far risaltare gli inerti in esso contenuti.

7 - Idrolavaggio ad alta pressione della superficie della pavimentazione Dopo circa 24 ore dalla stesura e lisciatura del calcestruzzo "speciale", si procederà all'asportazione della parte corticale della superficie per mettere in risalto il ghiaietto. L'asportazione dovrà essere eseguita mediante idropulitrice, con acqua a temperatura ambiente, con almeno 150 Bar di pressione. Il risultato dell'asportazione è fortemente condizionato dalla temperatura ambientale, dal tipo di cemento utilizzato, curva granulometrica, consistenza e qualità del calcestruzzo, additivi, ecc. (per questo motivo si consigliano adeguate prove preliminari per tarare la quantità di prodotto ritardante ai fini della disattivazione). Un singolo operatore riuscirà a disattivare al massimo 150 m<sup>2</sup> di superficie in 8 ore di lavoro continuo. Diversamente, in base alla disponibilità di più operatori e più idropultrici, potrà essere aumentata la superficie di intervento. Si consiglia di far coincidere la fine di ogni getto con una casseratura, un inserto o un ciglio. Interrompere il getto per poi riprenderlo con nuovo calcestruzzo, non farà altro che creare una ripresa di getto che dopo il lavaggio si mostrerà tal quale sulla pavimentazione.

8 - Realizzazione e sigillatura dei giunti In base alle dimensioni dell'area pavimentata e alla sua conformazione geometrica, dovranno essere realizzati opportuni giunti di dilatazione e frazionamento con tagliagiunti meccanica a dischi. Questa operazione dovrà essere eseguita entro massimo due giorni dall'ultimazione del pavimento e sarà completata con un'adeguata sigillatura. Il corretto dimensionamento della sezione della sigillatura dovrà prevedere una larghezza pari a 7-12 mm e una profondità pari ad 1/4 – 1/5 dello spessore della pavimentazione. Al fine di impedire lo scivolamento sul fondo del giunto del sigillante e dimensionare correttamente la sua profondità, dovrà essere posato in opera nella sede del giunto il cordone comprimibile antiaderente in polietilene espanso a cellule chiuse FILTENE FONDOGIUNTO 15, avente il diametro superiore del 20% rispetto alla larghezza del giunto. Per delimitare perfettamente la sigillatura, i giunti verranno nastroati parte l'altra con nastro di carta adesiva. La sigillatura dei giunti dovrà essere realizzata mediante estrusione con apposita pistola del sigillante monocomponente PROTECH SIGILFLEX MONO a base di resine poliuretaniche aromatiche igroindurente resistente nei confronti di acqua, olio e idrocarburi, benzine avio, previo accurata pulizia e asportazione della polvere dalla sede del giunto mediante getto di aria compressa. Lo spianamento per la rimozione delle parti in eccesso e la lisciatura immediata del sigillante nel giunto, verrà effettuata con una spatola metallica leggermente inumidita con acqua e sapone. A completamento delle operazioni verrà rimosso il nastro di carta adesiva.

### **I tecnici:**

Ing. Guido Rossi

Arch. Nora Banchi