

# CONGLOMERATO BITUMINOSO PRESTAZIONALE ADDITIVATO CON **POLIMERI SBR/NR**

Progettazione miscela ottimale (mix-design): % polimero in peso variabile in funzione delle prestazioni di progetto

*La progettazione della miscela ottimale sarà esclusivamente a carico del fornitore del polimero, il quale, in base alle prestazioni previste in progetto, provvederà alla messa a punto dello studio di fattibilità; il fornitore si renderà così garante della fattibilità e realizzazione del lavoro a regola d'arte.*

*Il mix design sarà comunque sviluppato insieme al committente il quale dovrà approvarlo.*

*La miscela degli aggregati e polimeri SBR da adottarsi per lo strato d'usura, dovrà soddisfare i parametri definiti nello studio del mix-design. In ogni caso, la dimensione dell'aggregato grosso sarà in funzione dello spessore dello strato compattato previsto in progetto.*

## **PRESCRIZIONI**

### **A) - Aggregati**

**Gli aggregati da utilizzarsi saranno di qualsiasi natura, facilitando l'utilizzo di inerti locali, senza particolari caratteristiche fisico-meccaniche; sarà il polimero SBR/NR che conferirà le caratteristiche prestazionali sottodescritte al punto A1).**

#### **A1)- Aggregato grosso**

Dovranno essere impiegati esclusivamente frantumati di cava con una perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature (CNR BU n. 34 del 28.3.1973) inferiore od uguale al 25% in peso.

- \* La quantità di frantumato dovrà essere del 100%.
- \* La porosità (CNR BU n. 65 del 18.05.1978) dovrà essere  $\leq 1,5\%$ .
- \* Il coefficiente di imbibizione (CNR fasc. IV/1953) dovrà essere inferiore a 0,015.
- \* L'idrofilia dovrà rispondere ai valori indicati nella Norma CNR fasc. IV/1953.
- \* I coefficienti di forma "Cf" e di appiattimento "Ca" dovranno essere inferiori od uguali a 3 ed a 1,58 (CNR BU n. 95 del 31.01.84).
- \* L'indice di forma "If" e di appiattimento "Ia" dovranno essere inferiori od uguali a 15 ed a 20 (CNR B.U. n. 95 del 31.01.84).
- \* Il coefficiente di levigabilità accelerata (C.L.A.) dovrà essere maggiore di 0,39 (CNR BU n. 140 del 15.10.1992).
- \* La sensibilità al gelo (CNR B.U. n. 80 del 15.11.1980) dovrà essere  $\leq 20\%$
- \* Lo spogliamento in acqua a 40 °C (con eventuale impiego di "dopes" di adesione) dovrà essere 0% (CNR B.U. n. 138/92).

È facoltà della Committente non accettare materiali che in precedenti esperienze abbiano provocato nel conglomerato finito inconvenienti (rapidi decadimenti di CAT scadente omogeneità dell'impasto per loro insufficiente affinità col bitume ed altro) anche se rispondenti ai limiti sopraindicati.

## **A2)- Aggregato fino**

L'aggregato fino di tutte le miscele sarà costituito da sabbie di frantumazione e da sabbie naturali di fiume. La percentuale delle sabbie provenienti da frantumazione sarà prescritta di volta in volta dalla D.L. in relazione ai valori di stabilità e scorrimento, ricavati dalla prova Marshall che si intendono raggiungere comunque non dovrà essere inferiore al 70 % della miscela delle sabbie.

In ogni caso la qualità delle rocce e degli elementi litoidi di fiume da cui è ricavata per frantumazione la sabbia, dovrà avere alla prova "Los Angeles" (CNR BU n. 34 del 28.3.73 - Prova C) eseguita su granulato della stessa provenienza, la perdita in peso non superiore al 25%.

L'equivalente in sabbia determinato sulle singole pezzature (CNR BU n. 27 del 30.3.1972) dovrà essere superiore od uguale a 70. Nel caso di impiego di sabbie frantumate non lavate l'equivalente in sabbia dovrà essere  $\geq 40$ .

La somma dei trattenuti in peso delle sabbie impiegate, superiore a 2 mm, non dovrà superare nella curva granulometrica finale il 10% in peso quando le stesse sabbie provengano da rocce aventi un valore di CLA inferiore od uguale a 0,43.

La percentuale della sabbia proveniente da frantumazione rispetto a quella naturale di fiume, non dovrà mai essere inferiore al 90% nella miscela delle due sabbie.

## **B) - Additivi minerali**

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

- \* potere rigidificante: (con un rapporto filler / bitume pari a 1,5) il  $\Delta$  PA dovrà essere  $\geq 5$  C (CNR B.U. n°122 del 20.1.88);
- \* vuoti Ridgen valore compreso fra 30 e 45, CNR B.U. n° 123 del 27.1.88.
- \* alla prova CNR B.U. n° 75 del 08.04.1980 i passanti in peso dovranno risultare compresi nei seguenti limiti minimi:

|                       |  |
|-----------------------|--|
| Setaccio UNI 0,40 mm  | Passante in peso per via umida<br>100% |
| Setaccio UNI 0,18 mm  | Passante in peso per via umida<br>90%  |
| Setaccio UNI 0,075 mm | Passante in peso per via umida<br>80%  |

- \* della quantità di additivo minerale passante per via umida al setaccio UNI 0,075 mm più del 60% deve passare a tale setaccio anche a secco.
- \* L'indice di plasticità deve risultare non plastico (NP) (CNR - UNI 10014).

### **C) - Additivi polimerici**

Gli additivi polimerici elastomerici (tipo SBR/NR), saranno forniti in granuli ed in qualità di “**materia prima**”, accompagnati da:

- certificazione di prodotto (rilasciato da un ente di certificazione notificato)
- certificato ISO 9001;
- certificato ISO 14001;
- scheda di Sicurezza Prodotto;
- iscrizione al Repertorio del riciclaggio del Ministero dell’Ambiente come da D.M. n° 203 del 08/05/2003.

La percentuale sarà variabile e comunque in funzione delle prestazioni finali ;

La granulometria sarà variabile in funzione dell’ottimizzazione dei componenti della miscela prevista nel mix design.

Dovranno soddisfare i seguenti requisiti:

- \* contenuto di altri inquinanti complessivamente  $\leq 0,05\%$  in peso
- \* assenza di polimeri di composizione chimica diversa dagli elastomerici.

### **D) - Fibre sintetiche (l’utilizzo sarà valutato in fase di mix design)**

Le fibre sintetiche, utilizzabili come addensanti e stabilizzanti, saranno forniti sotto forma di microfibre in granuli compressi, opportunamente polverizzate prima della loro immissione nella miscela.

La percentuale sarà variabile in funzione dell’ottimizzazione dei componenti della miscela prevista nel mix design per la tipologia di conglomerato prestazionale che si vuole realizzare.

### **E) - Bitume**

La quantità di bitume nel conglomerato dovrà essere quella ricavata dallo Studio Ottimale Preliminare (Mix Design), in funzione della quantità e della granulometria del polimero, tale da garantire le massime prestazioni alla miscela. Il tipo di legante sarà 50/70, salvo diversa prescrizione della DD.LL.

## **REQUISITI DI ACCETTAZIONE**

Il conglomerato bituminoso destinato allo strato di collegamento tradizionale avrà i seguenti requisiti:

|  |                          |                  |
|--|--------------------------|------------------|
| <b>Stabilità Marshall eseguita a 60° C (75 colpi/faccia)<br/>(CNR BU n° 30/73)</b>                                       | <b>Kg</b>                | <b>&gt;1000</b>  |
| <b>Rigidezza Marshall</b>  | <b>kg/m<br/>m</b>        | <b>&gt;150</b>   |
| <b>Percentuale di vuoti residui su provini Marshall (CNR<br/>BU n° 39-40)</b>  | <b>%</b>                 | <b>3 – 5</b>     |
| <b>Percentuale di vuoti residui a rullatura terminata<br/>(CNR BU n° 39-40)</b>  | <b>%</b>                 | <b>3 – 6</b>     |
| <b>Grado di addensamento</b>   | <b>%</b>                 | <b>&gt; = 98</b> |
| <b>Resistenza a trazione indiretta - provini Marshall<br/>(CNR BU n° 134)</b>  | <b>kg/cm<sup>2</sup></b> | <b>&gt;7</b>     |
| <b>Resistenza a trazione indiretta - provini confezionati<br/>con compattatore giratorio secondo UNI EN 12697/31</b>     | <b>kg/cm<sup>2</sup></b> | <b>&gt;7</b>     |
| <b>Coefficiente di aderenza trasversale (misurato con<br/>apparecchio portatile a pendolo) secondo CNR BU n°<br/>105</b> |                          |                  |
| <b>Strato appena finito</b>  | <b>BPN</b>               | <b>&gt; 65</b>   |
| <b>A due mesi dalla stesa</b>  | <b>BPN</b>               | <b>&gt; 60</b>   |
| <b>Capacità fonoassorbente: riduzione del livello<br/>sonoro alle frequenze di 1000 Hz e 5000 Hz</b>                     | <b>DB</b>                | <b>&gt; 2,5</b>  |

## **CONTROLLI E PROVE DI LABORATORIO**

### **Premessa**

Sono sempre ad esclusivo carico del fornitore del polimero tutte le prove di laboratorio per l'accettazione dei materiali, per lo studio delle miscele, per i controlli alla produzione, durante la stesa e successivi alla stesa (HS, CAT, rilievi fonometrici, ecc.) eseguite da personale qualificato mediante laboratorio mobile. In tal modo il fornitore dovrà garantire l'ottimizzazione in tempo reale delle lavorazioni nonché l'esecuzione a regola d'arte.

### **Studio preliminare dell'impasto**

Gli aggregati aventi tutti i requisiti richiesti, devono risultare assortiti in modo tale da ottenere una granulometria complessiva che risponda alle prescrizioni di Capitolato.

Si procederà poi allo studio di ottimizzazione dell'impasto con il metodo Marshall, mentre per i conglomerati prestazionali, si utilizzerà anche il metodo del Compattatore Giratorio secondo la Norma Uni EN 12697/31 del ottobre 2004, fino alla determinazione dell'esatta quantità di legante occorrente.

### **Ottimizzazione della formula di impasto**

Definita la curva granulometrica e il dosaggio teorico del legante, si prepareranno 5 serie di provini Marshall secondo la norma CNR n. 30 del 15/03/1973, con il dosaggio calcolato e con variazione dello 0,5 in più e in meno; i provini saranno poi sottoposti alle prove previste dal metodo di studio Marshall (massa volumica apparente, stabilità, scorrimento, calcolo dei vuoti residui e dei vuoti riempiti con bitume).

Il contenuto ottimo di bitume verrà quindi tramite uno studio di ottimizzazione con misura di densità mediante costipazione ottenuta con pressa giratoria secondo la Norma Uni EN 12697/31 del ottobre 2004.

La Direzione Lavori potrà ordinare, prima dell'inizio dei lavori, una stesa di prova (mq 200 circa) per una verifica della corrispondenza delle caratteristiche fra la miscela posta in opera e quella di progetto, il tutto a cura e spesa dell'Impresa su aree di propria scelta.

**La composizione approvata sarà quella di riferimento per l'accettazione dei materiali e per l'applicazione delle eventuali penali.**

## **CONTROLLI IN CORSO D'OPERA**

### **A) - Controllo su Aggregato, bitume e conglomerato**

Dovranno essere effettuati con frequenze giornaliere dal laboratorio di fiducia del committente, con intervento in sito di laboratori mobili:

- la verifica granulometrica dei singoli aggregati approvvigionati in cantiere e quella degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione;
- la verifica della composizione del conglomerato (granulometria degli inerti, percentuale del bitume, percentuale di additivo minerale, sintetico e polimerico) prelevando il conglomerato all'uscita del miscelatore o dalla vibrofinitrice;
- la verifica delle caratteristiche del conglomerato finito (peso di volume e percentuale di vuoti ecc.);
- la verifica delle caratteristiche Marshall del conglomerato e precisamente: peso di volume (CNR BU n. 40 del 30.3.1973); percentuale dei vuoti (CNR BU n. 39 del 23.3.1973); stabilità e rigidità Marshall;
- la verifica della resistenza alla trazione indiretta (Prova Brasiliana) alla temperatura di 10 °C, 25 °C, 40 °C su provini confezionati con il metodo Marshall e volumetrico (compattatore giratorio)
- il grado di addensamento delle pavimentazioni in opera.

Inoltre con la frequenza necessaria saranno effettuati periodici controlli delle bilance, delle tarature dei termometri dell'impianto, la verifica delle caratteristiche del bitume, la verifica

dell'umidità residua degli aggregati minerali all'uscita dell'essiccatore ed ogni altro controllo ritenuto opportuno.

## **B) - Controlli necessari in corso d'opera**

### **B1) - Controllo della composizione dei conglomerati**

Su campioni di conglomerato prelevati all'atto della posa in opera e prima del costipamento, verranno controllate indicativamente le seguenti caratteristiche:

- contenuto % di bitume (CNR BU n. 38 del 21.3.1973, estrazione "quantitativa");
- caratteristiche chimico-fisiche del bitume (CNR BU n. 133 del 14.12.1991, estrazione "qualitativa");
- stabilità, scorrimento e rigidità, risultanti dalla prova Marshall eseguita a 60 °C su provini costipati con 75 colpi di pestello per faccia, nonché volume % dei vuoti residui dei provini Marshall.
- la verifica della resistenza alla trazione indiretta (Prova Brasiliana) alla temperatura di 10 °C, 25 °C, 40 °C su provini confezionati con il metodo Marshall e volumetrico (compattatore giratorio)

### **B2) - Controllo della posa in opera dei conglomerati**

A distanza di circa 10 giorni dalla posa in opera dei conglomerati, potranno essere effettuati prelievi di campioni della pavimentazione eseguita per il controllo delle seguenti caratteristiche:

- contenuto % di bitume (CNR BU n. 38 del 21.3.1973, estrazione "quantitativa");
- caratteristiche chimico-fisiche del bitume (CNR BU n. 133 del 14.12.1991, estrazione "qualitativa");
- granulometria degli aggregati;
- natura e percentuali litologiche dell'aggregato grosso;
- volume % dei vuoti residui, stabilità e scorrimento Marshall corrispondenti, ricavati dal diagramma della relazione

In particolare la verifica delle caratteristiche del bitume dovrà essere fatta almeno due volte a settimana con prelievi a norma CNR sulle cisterne di stoccaggio dell'impianto; all'atto del prelievo sul campione verranno riportati su apposita modulistica i dati relativi alla natura del materiale.

In cantiere dovrà essere tenuto apposito registro numerato e vidimato dalla D.L. sul quale l'Impresa dovrà giornalmente registrare tutte le prove ed i controlli effettuati.

In corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni la D.L. effettuerà a sua discrezione tutte le verifiche, prove e controlli atti ad accettare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni contrattuali

Tali controlli verranno effettuati dai laboratori "Accreditati" presso l'Amministrazione.

### **C) - Controlli Post - Stesa**

Entro 10 giorni dalla ultimazione degli strati soggetti direttamente al traffico, potranno essere eseguiti i controlli della resistenza allo scivolamento anche mediante la prova col pendolo del TRRL (CNR BU n. 105 del 15.3.1985).

I valori di zona BPN., costituiti dalla media dei valori misurati in 5 punti scelti sulla medesima traiettoria parallela all'asse stradale alla distanza di 10 m l'uno dall'altro, dovranno risultare ovunque superiori a 65.

Tali valori, inoltre, non dovranno differire, dopo circa 2 mesi di assoggettamento al traffico, più di 5 punti da quelli ottenuti nelle medesime rispettive zone della pavimentazione appena ultimata.

### **Regolarità (controllo da effettuarsi solo se ritenuto necessario dalla D.L.)**

La regolarità della superficie di rotolamento dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

minime accelerazioni verticali (R.C.I. RIDING CONFORT INDEX) misurate con l'apparecchiatura ARAN: R.C.I. 6,5 o indice I.R.I. inferiore a 2 mm/m.

ampiezze delle irregolarità valutate su tutto lo spettro 5 mm oppure distinguendo le irregolarità con la lunghezza d'onda:

- a) ampiezze delle irregolarità per onde corte da 1 a 3,3 m 2 mm.
- b) ampiezze delle irregolarità per onde medie da 3,3 a 13 m 4 mm; misurate con l'apparecchiatura A.P.L. (analizzatore di profilo longitudinale).

Le misure di R.C.I., I.R.I. e l'A.P.L. dovranno essere effettuate in un periodo di tempo compreso tra il 15° ed il 180° giorno dall'apertura al traffico.

Rispetto alle misure effettuate è possibile definire delle tratte omogenee con lunghezza di almeno 100 m.

La media dei valori R.C.I. e dei valori I.R.I. misurati ogni 20 m su tali tratte fornisce il valore medio di R.C.I. nella tratta omogenea; la media dei valori di ampiezza delle irregolarità misurati ogni 25 m su tali tratti fornisce il valore medio dell'ampiezza di irregolarità.

Per tratte omogenee si intendono quei tratti di strada nei quali i valori sono distribuiti statisticamente secondo una distribuzione "normale". Le tratte omogenee saranno individuate mediante un programma di calcolo collegato al programma di restituzione dei dati di regolarità.

Dovrà essere rilevato almeno il 50% della lunghezza coperta da ogni singolo cantiere (per lunghezza in ogni caso sempre maggiore di 200 m) nei punti dove a giudizio della D.L. la regolarità risulti non sufficiente o dubbia.

## ***MODALITA' ESECUTIVE***

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

La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità, per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati.

L'impianto dovrà comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele rispondenti a quelle di progetto. La D.L. potrà approvare l'impiego di impianti continui (tipo drum - mixer) purché il dosaggio dei componenti la miscela sia eseguito a peso, mediante idonee apparecchiature la cui efficienza dovrà essere costantemente controllata.

Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della mescolazione nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che degli additivi.

La zona destinata allo stoccaggio degli inerti sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possano compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

Si farà uso di almeno 4 classi di aggregati con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate.

Il tempo di mescolazione sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto e degli additivi, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante.

La temperatura degli aggregati all'atto della mescolazione dovrà essere compresa tra 170 °C e 190 °C e quella del legante tra 160 °C e 180 °C salvo diverse disposizioni della D.L. in rapporto al tipo di bitume impiegato.

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

Altri controlli saranno eseguiti sulla taratura delle bilance.

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

La posa in opera dei conglomerati bituminosi dovrà essere effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla D.L. in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

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

Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di due finitrici.

Qualora ciò non sia possibile il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spalmato con emulsione bituminosa acida al 60% in peso per assicurare la saldatura della striscia successiva.

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

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento. Per la stesa dei tappeti d'usura la D.L. potrà ordinare che il giunto iniziale della tratta stesa sia azzerato mediante la fresatura della pavimentazione esistente.

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

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa deve avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare fenomeni di raffreddamento superficiale e formazione di crostoni.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la finitrice deve risultare in ogni momento non inferiore a 160 °C salvo diverse disposizioni della D.L. in rapporto al tipo di bitume ed additivo impiegato.

Alla stesa dovrà essere rilevata la temperatura di compattazione della miscela e se questa dovesse risultare inferiore a quanto sopra indicato (salvo diverse disposizioni della D.L. in rapporto al tipo di bitume impiegato), ne sarà impedito l'impiego e allontanato dal cantiere a cura e spesa dell'Impresa.

La stesa dei conglomerati deve 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 deve iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

L'addensamento deve essere realizzato solo con rulli gommati di idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

A discrezione della D.L. potranno anche essere utilizzati rulli con ruote vibranti metalliche e/o combinati.

Dovrà essere utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche del peso massimo di 10 t per le operazioni di finitura dei giunti e riprese.

Al termine della compattazione gli strati di collegamento e usura dovranno avere una densità uniforme in tutto lo spessore non inferiore al 98% di quella Marshall dello stesso giorno o periodo di lavorazione riscontrata nei controlli all'impianto.

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 deve presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Un asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato deve aderirvi uniformemente; sarà tollerato uno scostamento di 5 mm.

Inoltre l'accettazione delle regolarità e delle altre caratteristiche superficiali del piano finito avverrà secondo quanto prescritto nei paragrafi successivi.

Per lo strato di base la miscela bituminosa viene stesa sul piano finito della fondazione dopo che sia stata accertata dalla D.L. la rispondenza di questa ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza.

Prima della stesa del conglomerato bituminoso su strati di fondazione in misto cementato per garantirne l'ancoraggio deve essere rimossa la sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione acida al 60% stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso.

Procedendo la stesa in doppio strato i due strati dovranno essere sovrapposti nel più breve tempo possibile; a discrezione della Direzione Lavori, tra di essi potrà essere eventualmente interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa in ragione di 0,5 kg/ m<sup>2</sup>.

**SCHEDA SCHEMATICA PER STRATO DI COLLEGAMENTO PRESTAZIONALE  
ADDITIVATO CON POLIMERI SBR/NR**

| AGGREGATO GROSSO  |                    |
|---|--------------------|
| Perdita in peso per abrasione con l'apparecchio "Los Angeles"                           | ≤ 25 %             |
| % in peso frantumato  | > 100 %            |
| Porosità  | ≤ 1,5 %            |
| Coefficiente di imbibizione   | < 0,015            |
| Coefficiente di forma "C <sub>f</sub> "   | ≤ 3                |
| Coefficiente di appiattimento "C <sub>a</sub> "   | ≤ 1,58             |
| Sensibilità al gelo   | ≤ 30 %             |
| AGGREGATO FINO  |                    |
| % in peso frantumato  | > 70 %             |
| Perdita in peso alla prova Los Angeles  | ≤ 25 %             |
| Equivalente in sabbia   | ≥ 70               |
| ADDITIVI  |                    |
| Potere rigidificante con un rapporto filler/bitume pari a 1,5                           | □ PA ≥ 5 °C        |
| Passante al setaccio UNI 0,40 mm (per via umida)  | 100 %              |
| Passante al setaccio UNI 0,075 mm (per via umida)                                       | 80 %               |
| Indice di plasticità  | Non plastico       |
| POLIMERI SBR/NR   |                    |
| Tipo fornitura  | Polveri o granuli  |
| Quantità e dimensione   | Mix design         |
| BITUME  |                    |
|   | Normale            |
| Penetrazione a 25 °C / 298 °K, 100g, 5 s.   | 70-100 50 ÷ 70 dmm |
| Punto di rammollimento (R&B)  | 47 ÷ 54 °C         |
| Indice di penetrazione  | -1 ÷ +1            |
| Punto di rottura Fraass (minimo)  | - 5 °C             |
| Duttilità a 25 °C (minima)  | ---                |
| Solubilità in solventi organici   | ≥ 99 %             |
| Perdita per riscaldamento (volatilità) a 163 °C (massima)                               | ± 0,2 %            |
| Contenuto in paraffina (massimo)  | 2,5 %              |
| Viscosità dinamica a T = 60 °C, gradiente di velocità = 1 · s <sup>-1</sup> , (Pa · s)  | 100 ÷ 200          |
| Viscosità dinamica a T = 80 °C, gradiente di velocità = 1 · s <sup>-1</sup> , (Pa · s)  |                    |
| Viscosità dinamica a T = 160 °C, gradiente di velocità = 1 · s <sup>-1</sup> , (Pa · s) | 0,15 ÷ 0,25        |
| Penetrazione residua a 25 °C dopo Rolling Thin Film Oven Test                           | > 20               |
| Viscosità dinamica a T = 60 °C, (T = 80 °C bit. Mod.), (Pa · s) dopo R T F O T          | > 700              |
| Variazione del punto di rammollimento dopo Rolling Thin Film Oven Test                  |                    |
| CONGLOMERATO BITUMINOSO   |                    |
| Stabilità Marshall S  | ≥ 1000 kg          |
| Rigidezza S/s (kg/mm)   | ≥ 150              |
| Percentuale dei vuoti residua   | 3 ÷ 6 %            |
| Massa volumica in opera   | 98 % val. Marshall |

## **VOCE DI ELENCO PREZZI**

### **Tappeto d'usura spessore 3,00 cm**

Fornitura, stesa e rullatura di conglomerato bituminoso prestazionale, additivato con SBR/NR (tappeto d'usura), in qualità di materia prima, , dello spessore reso di 3,00 cm, confezionato a caldo in idonei impianti, impiegando inerti (aggregati grossi e fini) di origine calcarea, additivi, gomma SBR/NR, e bitume di prescritta penetrazione (in quantità definita dal mix design), accompagnato da:

- certificazione di prodotto (rilasciato da un ente di certificazione notificato);
- certificato ISO 9001;
- certificato ISO 14001;
- scheda di Sicurezza Prodotto;
- iscrizione al Repertorio del riciclaggio del Ministero dell'Ambiente come da D.M. n° 203 del 08/05/2003.

In ogni caso, la qualità dei componenti, i dosaggi e le modalità di confezionamento e stesa del conglomerato, sono indicati nel Capitolato Speciale d'Appalto e nello studio del mix design. La fornitura comprende: l'adeguata pulizia della sede stradale, la fornitura e la spalmatura della superficie di stesa con emulsione bituminosa al 55% in ragione di 1 kg/m<sup>2</sup> e la cilindratura con rullo tandem a ruote metalliche del peso non inferiore a 8 t.

Il tutto in opera: (Prezzo) €/m<sup>2</sup>

Il precitato prezzo è comprensivo di :

- mix design preliminare della miscela in funzione delle prestazioni finali;
- controlli con laboratorio mobile in fase di esecuzione lavori condotti da personale qualificato;
- prove e controlli post-stesa per la verifica delle prestazioni finali ed il raggiungimento di quanto previsto in progetto.