



## Provincia di Cremona

Corso Vittorio Emanuele II, 17 - 26100 CREMONA – C.F.80002130195

Settore Infrastrutture Stradali

Dirigente: Ing. Patrizia Malabarba

e-mail: [strade@provincia.cremona.it](mailto:strade@provincia.cremona.it) - PEC: [protocollo@provincia.cr.it](mailto:protocollo@provincia.cr.it)

### S.P. N.33 "SENIGA-ISOLA PESCAROLI" (CR) - S.P. N.10 "DI CREMONA I°, DI CREMONA II° E DEL PONTE SUL PO" (PR). INTERVENTO DI RISANAMENTO CONSERVATIVO DEL PONTE SUL FIUME PO IN LOCALITA' SAN DANIELE PO (CR) - ROCCABIANCA (PR) - LOTTO 1. CUP G37H15000460002

emissione	descrizione	redatto	data emissione
2	Revisione 02		04/2016
1	Revisione 01 a seguito del rapporto tecnico n°1 del 18/12/2015		12/2015
0	prima emissione		11/2015

  

livello: <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		codice CUP:	
elaborato: <b>CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO PRESCRIZIONI TECNICHE</b>		allegato n.: <b>20.2</b>	scala:
<b>L'ESPERTO TECNICO</b> (Geom. Antonio Mariani)	<b>IL DIRETTORE DEI LAVORI</b>  IL FUNZIONARIO TECNICO (Ing. Davide Pisana)	<b>IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO</b>  V° IL RUP (Ing. Patrizia Malabarba)	data Validazione
<b>L'ISTRUTTORE TECNICO</b>			

Percorso file: U:\lavori\10\PonteSDaniele\Progetto\_Cremona\PROGETTO ESECUTIVO .REV01\Copertine\_REV01.dwg

<b>Indice generale</b>	
<b>PREMESSA.....</b>	<b>3</b>
<b>CAPO I.....</b>	<b>3</b>
<b>DESCRIZIONE DELLE OPERE.....</b>	<b>3</b>
<b>ART. 1 DESCRIZIONE SOMMARIA DELLE OPERE.....</b>	<b>3</b>
<b>CAPO II.....</b>	<b>4</b>
<b>LAVORI.....</b>	<b>4</b>
<b>MODALITA' DI ESECUZIONE E NORME DI MISURAZIONE DELLE LAVORAZIONI, REQUISITI DI ACCETTAZIONE DI MATERIALI E COMPONENTI, SPECIFICHE DI PRESTAZIONE E MODALITA' DI PROVE...4</b>	
<b>ART. 2 QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1 MATERIALI PER CONGLOMERATI CEMENTIZI SEMPLICI, ARMATI E PRECOMPRESSI.....</b>	<b>4</b>
2.1.1 Cemento.....	4
2.1.2 Acciaio.....	4
2.1.3 Aggregati.....	4
2.1.4 Acqua.....	4
2.1.5 Additivi per calcestruzzo.....	5
2.1.6 Malte pronte per ripristini strutturali.....	5
2.1.7 Protettivi calcestruzzo.....	6
2.1.8 Protettivi per barre di armatura.....	6
2.1.9 Adesivi bituminosi.....	7
<b>2.2 MATERIALI PER CONGLOMERATI BITUMINOSI E PER PAVIMENTAZIONI.....</b>	<b>7</b>
2.2.1 Emulsione bituminosa al 55%.....	7
2.2.2 Bitume.....	7
2.2.3 Materiali inerti.....	9
2.2.3.1 Aggregati lapidei per strati di base.....	9
2.2.3.2 Aggregati lapidei per strati di collegamento.....	9
2.2.3.3 Aggregati lapidei per strati d'usura.....	10
2.2.4 Attivanti di adesione.....	11
2.2.5 Miscela.....	12
2.2.5.1 Conglomerati bituminosi per strati di base.....	12
2.2.5.2 Conglomerati bituminosi per strati di collegamento.....	13
2.2.5.3 Conglomerati bituminosi per strati d'usura.....	13
<b>ART. 3 - QUALITÀ E PROVENIENZA DEI PREFABBRICATI.....</b>	<b>13</b>
<b>3.1 GIUNTI DI DILATAZIONE ED IMPERMEABILITÀ.....</b>	<b>13</b>
<b>CAPO III.....</b>	<b>17</b>
<b>MODO DI ESECUZIONE DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO, ORDINE DA SEGUIRE NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI.....</b>	<b>17</b>
<b>ART. 4 - SCAVI E RILEVATI IN GENERALE.....</b>	<b>17</b>
<b>4.1 SCARIFICAZIONE DELLA PAVIMENTAZIONE STRADALE.....</b>	<b>17</b>
<b>ART. 5 - OPERE IN METALLO E SEGNALETICA ORIZZONTALE.....</b>	<b>17</b>
<b>5.1 OPERE IN METALLO.....</b>	<b>17</b>
5.1.1 Manufatti in acciaio per griglie, paratoie, recinzioni, cancellate.....	17
<b>5.2 SEGNALETICA ORIZZONTALE.....</b>	<b>18</b>
5.2.1- Standard prestazionali dei materiali.....	19
<b>ART. 6 - IMPALCATO – MANTO IMPERMEABILIZZANTE DELL'IMPALCATO – APPOGGI – PARAPETTI.....</b>	<b>19</b>
<b>6.1 IMPALCATO.....</b>	<b>19</b>
<b>6.2 MANTO IMPERMEABILIZZANTE PER IMPALCATI.....</b>	<b>20</b>
6.2.1 Con guaine bituminose.....	20
6.2.2 Con asfalto colato.....	20
<b>6.3 APPOGGI.....</b>	<b>20</b>
<b>6.4 PARAPETTI.....</b>	<b>21</b>
<b>ART. 7 CHIUSINI – GRIGLIE.....</b>	<b>21</b>
7.1.1 Preparazione del pozzetto.....	21
7.1.2 Installazione del telaio sul pozzetto.....	21
<b>ART. 8 GIUNTI DI DILATAZIONE ED IMPERMEABILITA'.....</b>	<b>22</b>

<b>ART. 9 - MALTE E CONGLOMERATI CEMENTIZI SEMPLICI ED ARMATI – CONGLOMERATI CEMENTIZI PRECOMPRESSI.....</b>	<b>24</b>
9.1 CATEGORIE DI CALCESTRUZZO OMOGENEO E RESISTENZA CARATTERISTICA.....	25
9.2 CONSISTENZA DEI CALCESTRUZZI.....	26
9.3 CONFEZIONE, TRASPORTO E POSA IN OPERA DEI CALCESTRUZZI.....	27
9.4 PROVE E CONTROLLI SUI CALCESTRUZZI E SUGLI ACCIAI D'ARMATURA.....	30
9.5 ARMATURA DEL CALCESTRUZZO.....	30
9.6 SABBIATURA DELLE SUPERFICI.....	30
9.7 RICOSTRUZIONE DELLE SUPERFICI AMMALORATE DEI CALCESTRUZZI.....	30
<b>ART. 10 – CONFEZIONE, TRASPORTO E POSA IN OPERA DI CONGLOMERATI BITUMINOSI TRADIZIONALI</b>	<b>31</b>
10.1 CONGLOMERATI BITUMINOSI PER STRATI DI BASE (MISTE BITUMATE) CON L'UTILIZZO DI BITUMI NORMALI.....	31
10.2 CONGLOMERATI BITUMINOSI PER STRATI DI COLLEGAMENTO (BINDER) CON L'UTILIZZO DI BITUMI NORMALI.....	32
10.3 CONGLOMERATI BITUMINOSI PER MANTI D'USURA CON L'UTILIZZO DI BITUMI NORMALI.....	34
10.4 CONFEZIONE DEGLI IMPASTI.....	35
10.5 TRASPORTO E POSA IN OPERA.....	35
<b>ART. 11 - CONGLOMERATI BITUMINOSI MODIFICATI.....</b>	<b>37</b>
<b>ART. 12 - CONGLOMERATI BITUMINOSI A BASSA TEMPERATURA.....</b>	<b>43</b>
<b>ART. 13 - STRATO D'USURA ANTIGHIACCIO A BASSA TEMPERATURA AD ELEVATA ADERENZA E FONOASSORBENZA .....</b>	<b>46</b>
<b>ART. 14 - RICICLAGGIO A FREDDO CON L'UTILIZZO DI EMULSIONE BITUMINOSA MODIFICATA CON ELASTOMERI.....</b>	<b>47</b>
<b>CAPO IV.....</b>	<b>50</b>
<b>NORME PER LA MISURAZIONE E LA VALUTAZIONE DELLE OPERE.....</b>	<b>50</b>
<b>ART. 15 ACCERTAMENTO E MISURA DELLE OPERE.....</b>	<b>50</b>
15.1 CONGLOMERATI CEMENTIZI PER FONDAZIONI E PER MURI DI ELEVAZIONE, CEMENTI ARMATI, MURATURE E DEMOLIZIONE DI STRUTTURE IN GENERE.....	50
15.2 TUBI DI CEMENTO O DI PLASTICA.....	50
15.3 ACCIAIO, GHISA ED ALTRI METALLI.....	50
15.4 MATERIALI DA FORNIRSI PER LAVORI IN ECONOMIA.....	51
15.5 CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATO DI BASE (MISTA BITUMATA), PER STRATO DI COLLEGAMENTO (BINDER) E PER STRATO DI USURA (TAPPETO).....	51
<b>ART. 16 - CONTROLLI DI ACCETTAZIONE SULLA QUALITA' DELLE OPERE.....</b>	<b>52</b>

## **PREMESSA**

Il Regolamento 305/2011/CE, che ha sostituito la direttiva 89/106/CE, prevede che si possano marcare CE solo i prodotti per i quali esista una norma armonizzata, che ne determini i limiti prestazionali e prevede che oltre a tutto il processo di marcatura il produttore rediga una Dichiarazione di Prestazione, nella quale si indicano appunto le prestazioni ed i livelli delle stesse che il prodotto garantisce.

Tutti i materiali ed i prodotti da costruzione rientrano nel Regolamento prodotti da costruzione 305/2011/CE e devono inoltre rispettare le NTC (Norme Tecniche sulle Costruzioni).

La Dichiarazione di Prestazione (DoP) va a sostituire la precedente Dichiarazione di Conformità dei prodotti da costruzione. Se quest'ultima attestava la conformità di un prodotto ai requisiti di una norma tecnica (art. 13 CPD), la dichiarazione di prestazione:

- è obbligatoria per tutti i prodotti coperti da una norma armonizzata;
- deve contenere informazioni sull'impiego previsto;
- deve contenere le caratteristiche essenziali pertinenti l'impiego previsto;
- deve includere le performance di almeno una delle caratteristiche essenziali;
- il fabbricante si assume la responsabilità delle prestazioni dichiarate.

Il nuovo Regolamento modifica le condizioni di accesso al mercato e, dal luglio 2013, i prodotti da costruzione, coperti da una norma armonizzata (e quindi soggetti all'obbligo di Marcatura CE) o sottoposti ad una Valutazione Tecnica Europea (ETA), potranno essere immessi sul mercato solo se:

- il fabbricante ha redatto la Dichiarazione di Prestazione (DoP) per il prodotto;
- i prodotti per i quali è stata redatta la DoP sono marcati CE; la costanza della prestazione del prodotto è stata verificata ed attestata.

## **CAPO I**

### **DESCRIZIONE DELLE OPERE**

#### **ART. 1 DESCRIZIONE SOMMARIA DELLE OPERE**

La presente progettazione esecutiva è relativa al Ponte sul fiume Po "Giuseppe Verdi" situato tra gli abitati di San Daniele Po (CR) e Roccabianca (PR) e prevede interventi di risanamento conservativo per la totale estensione dell'infrastruttura mediante:

- parziale asportazione della pavimentazione stradale esistente e rifacimento con posa in opera di conglomerati bituminosi;
- sostituzione di tutte le linee dei giunti di dilatazione;
- il risanamento dei marciapiedi e dei cordoli laterali con interventi localizzati.

Lo stato di fatto della pavimentazione stradale e dei giunti di dilatazione è documentato dagli allegati n° 2 "Relazione indagini sullo stato della pavimentazione" e n° 3 "Documentazione fotografica stato di fatto", gli interventi da eseguire sono schematizzati negli elaborati 9, 10 e 11 oltre che quantificati nell'elaborato n° 18 "Computo metrico estimativo e quadro economico".

## CAPO II

### LAVORI

#### **MODALITA' DI ESECUZIONE E NORME DI MISURAZIONE DELLE LAVORAZIONI, REQUISITI DI ACCETTAZIONE DI MATERIALI E COMPONENTI, SPECIFICHE DI PRESTAZIONE E MODALITA' DI PROVE**

##### **ART. 2 QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI**

I materiali da impiegare nei diversi lavori e delle varie forniture dovranno essere di ottima qualità, trovarsi in perfetto stato di conservazione e rispondere a tutte le norme di capitolato ed a quelle che la Direzione dei Lavori avesse a fissare all'atto della esecuzione; prima del loro impiego verranno esaminati ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

I materiali rifiutati saranno allontanati immediatamente dal cantiere a cura e spese dell'Impresa.

Dovranno altresì essere osservate le norme del Consiglio Nazionale delle Ricerche per l'accettazione dei materiali stradali e in particolare quelle contenute nei fascicoli 2 - 3 - 4, editi dallo stesso C.N.R., concernenti le norme per l'accettazione del bitume, dei bitumi liquidi, delle emulsioni bituminose, dei pietrischetti, pietrischi, graniglie, sabbia ed additivi.

##### **2.1 MATERIALI PER CONGLOMERATI CEMENTIZI SEMPLICI, ARMATI E PRECOMPRESSI**

I materiali usati nelle opere di conglomerato cementizio semplice o armato dovranno corrispondere a quanto prescritto dalle vigenti disposizioni legislative, nonché alle norme CNR e UNI ed inoltre dovranno rispondere ai seguenti requisiti:

###### **2.1.1 Cemento**

Dovranno essere osservate le prescrizioni relative alla resistenza meccanica e quelle relative alla composizione chimica, alla finezza, all'indefornabilità ed all'intervallo di tempo che intercorre fra la preparazione dell'impasto, l'inizio e la fine della presa. È consentito l'impiego di cementi tipo I (Portland), tipo III (d'Altoforno) o tipo IV (Pozzolatico) della norma UNI ENV 197-1.

###### **2.1.2 Acciaio**

Il ferro da impiegare per le armature, esclusivamente del tipo B450C controllato in stabilimento, dovrà essere in barre non ossidate e non corrose, pulite, senza difetti superficiali che ne diminuiscano la resistenza, non ricoperte da sostanze che possano ridurne sensibilmente l'aderenza al conglomerato.

###### **2.1.3 Aggregati**

Gli aggregati, naturali o di frantumazione, dovranno essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose od argillose, di gesso, ecc. .

Le ghiaie o il pietrisco dovranno avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto ed all'ingombro delle armature.

###### **2.1.4 Acqua**

L'acqua per gli impasti dovrà essere esente da impurità dannose, oli, acidi, alcali materia organica

e qualsiasi altra sostanza nociva.

### **2.1.5 Additivi per calcestruzzo**

Saranno a base di polimeri sintetici e dovranno essere rispondenti alle norme UNI 7101, 7120, 8145 e successive modificazioni e UNI ENV 934-2.

### **2.1.6 Malte pronte per ripristini strutturali**

Le malte impiegate per il ripristino saranno del tipo a base cementizia modificata con polimeri sintetici e dovranno avere le seguenti caratteristiche meccaniche minime (D.M. 03.06.1968 e norma UNI 196):

- ritiro nullo o leggero effetto espansivo;
- resistenza a compressione a 3 giorni > 30 MPa;
- resistenza a flessione a 3 giorni <sup>3</sup> 8 MPa;
- adesione al calcestruzzo a 3 giorni <sup>3</sup> 2 MPa;
- resistenza a compressione a 28 giorni <sup>3</sup> 60 MPa;
- resistenza a flessione a 28 giorni <sup>3</sup> 5 MPa.

Potranno essere eseguite le prove sui materiali di ripristino sia all'atto della aggiudicazione dei lavori, su campioni forniti dall'Appaltatore, sia in corso d'opera.

In caso di non rispondenza dei materiali si dovrà provvedere alla revisione delle formulazioni delle miscele e/o dei leganti.

Sia le prove di resistenza che quelle di adesione potranno essere richieste anche su provini stagionati in camere climatiche con umidità relativa 80-90% o stagionati a temperatura di 70 °C, al fine di verificare la durabilità e la resistenza del materiale alle alte temperature.

Nelle condizioni climatiche e alle temperature suddette lo scadimento delle caratteristiche meccaniche dei materiali non deve risultare superiore al 15% delle corrispondenti caratteristiche riscontrate con prove eseguite in condizioni climatiche normali.

Per il ripristino delle strutture degradate in calcestruzzo si dovrà utilizzare una malta cementizia, premiscelata, bicomponente, ad espansione contrastata con maturazione in aria, (senza stagionatura umida), con componente B (ritentore di umidità), tixotropica, fibrorinforzata con fibre inorganiche flessibili ed inossidabili (caratterizzate da lunghezze di 6 e 12 mm, diametro 15  $\mu$ m, resistenza a trazione 1.700 MPa, modulo elastico 72000 MPa), contenente anche fibre sintetiche in poliacrilonitrile, resistente agli agenti aggressivi dell'ambiente del tipo EMACO FORMULA TIXOFIBER della BASF CC ITALIA Spa o similari.

Questa malta è adatta ad interventi di spessore da 1 a 5 cm in unico strato, senza l'utilizzo di rete elettrosaldata.

La malta sopra descritta dovrà possedere le seguenti caratteristiche:

Caratteristiche espansive con maturazione in aria:

- UNI 8147 modificata a 1 giorno  $\geq 0,04\%$  a 1 giorno
- Test di Inarc./Imbarc.to inarcamento  $\zeta$
- Impermeabilità all'acqua in pressione, UNI EN 12390/8: < 5 mm;
- Impermeabilità all'acqua per assorbimento capillare, UNI EN 113057: < 0,25 kg $\times$ m<sup>2</sup> $\times$ h-0,5

- Adesione al calcestruzzo > 2 MPa a 28 g, secondo UNI EN 1542;
- Compatibilità termica gelo/disgelo secondo UNI EN 13687/1 <sup>3</sup> 2 MPa
- Compatibilità temporali UNI EN 13687/2 <sup>3</sup> 2 MPa
- Compatibilità cicli a secco secondo UNI EN 13687/4 <sup>3</sup> 2 MPa
- Resistenza alla carbonatazione, EN 13295: superata
- Modulo elastico UNI EN 13412: 28.000 (± 2.000) MPa a 28 g di stagionatura;
- Resistenza a compressione UNI EN 12190 ≥ 20 MPa a 1 giorno ≥ 50 MPa a 7 giorni e ≥ 60 MPa a 28giorni;
- Resistenza a trazione per flessione UNI EN 196/1 ≥ 7 MPa a 1 giorno ≥10 MPa a 7 giorni e ≥12 MPa a 28 giorni;
- Resistenza allo sfilamento delle barre d'acciaio RILEM-CEB-FIP RC6-78 ≥25 MPa

L'applicazione può avvenire a spruzzo od a cazzuola, previa pulitura del supporto.

### **2.1.7 Protettivi calcestruzzo**

Per la realizzazione di un rivestimento filmogeno elastico ad elevata capacità protettiva (tipo **MASTERSEAL FORMULA AC** della BASF CC ITALIA Spa o similari) nei confronti degli aggressivi del cemento armato, occorre utilizzare una resina acrilica all'acqua, monocomponente, ad elevato contenuto di solidi in volume, elastica, pronta all'uso, applicabile con airless o a rullo sulla struttura precedentemente trattata con il suo primer specifico (tipo **MASTERSEAL PRIMER AC** della BASF CC ITALIA Spa o similari).

Il protettivo sopra descritto dovrà possedere le seguenti caratteristiche e prestazioni riferite ad uno spessore di film secco di 200 µm (micron):

- Aderenza al calcestruzzo per trazione diretta, UNI EN 1542 su substrato di riferimento: MC (0,40) avente rapporto a/c 0,40 come specificato nella UNI EN 1766 > 2,5 MPa (rottura di tipo A/B per mancata adesione tra il substrato e primo strato del protettivo);
- Permeabilità al vapore acqueo, UNI EN ISO 7783/1: spessore di aria equivalente Sd < 0,2 m;
- Durezza Shore A, ASTM D2240 75 – 80;
- Capacità di fessura a 23 °C (con spessore del rivestimento 300 µm), UNI EN 1062/7 (crack bridging ability statico: classe A<sub>1</sub>)
- Impermeabilità all'acqua misurata come coefficiente di assorbimento capillare, UNI EN 1062/3: 0,09 kg·m<sup>2</sup>·h<sup>-0,5</sup>
- Permeabilità alla CO<sub>2</sub>, UNI EN 1062/6: spessore di aria equivalente Sd > 110 m
- Resistenza ai cicli di gelo e disgelo con immersione di sali disgelanti (compatibilità termica), UNI EN 13687/1 (substrato di riferimento: MC (0,40) avente rapporto a/c 0,40 come specificato nella UNI EN 1766): adesione al calcestruzzo per trazione diretta dopo i cicli, UNI EN 1542 > 2.5 MPa (rottura di tipo A/B)
- Resistenza all'esposizione agli agenti atmosferici artificiali (radiazioni UV ed umidità relativa), UNI EN 1062/11. Dopo 2000 ore di intemperie artificiali: nessun degrado
- Colorazione a cura e scelta del committente e del direttore lavori.

### **2.1.8 Protettivi per barre di armatura**

Per la protezione delle barre d'armatura del cemento armato, si usa un rivestimento anticorrosione, monocomponente, cementizio polimero modificato con inibitore di corrosione organico, da applicarsi a pennello sulle armature, tipo **EMACO NANOCRETE AP** della BASF CC ITALIA Spa o similari.

### **2.1.9 Adesivi bituminosi**

Per l'incollaggio del profilato con bulbo in neoprene da impiegarsi per la sigillatura dei varchi di campata sui cordoli laterali si utilizzerà un collante bituminoso a freddo a base di particolari bitumi, elastomeri, solventi e cariche minerali, formulato in modo da rendere efficace l'aderenza del profilo su calcestruzzo, tipo MASTIPOL della INDEX Spa o similari.

## **2.2 MATERIALI PER CONGLOMERATI BITUMINOSI E PER PAVIMENTAZIONI**

### **2.2.1 Emulsione bituminosa al 55%**

L'emulsione bituminosa ed il bitume dovranno essere dei tipi normali dell'industria solitamente adoperati allo scopo.

In particolare l'emulsione dovrà avere i seguenti requisiti di accettazione:

1) Composizione:

- quantità minima di bitume puro (solubile in CS<sub>2</sub>): 55%
- percentuale di emulsivo secco: £ 1%

2) Caratteristiche fisiche:

- omogeneità: max 0,5%
- trattenuto al setaccio con tela 0,4 UNI 2331: £0,4%
- stabilità nel tempo a 7 giorni: £ 0,1%
- stabilità al gelo: £ 0,5%
- viscosità Engler a 20° C: minima 4,5, massima 15
- sedimentazione,
  - a 3 giorni: non più di 4 mm
  - a 7 giorni: non più di 10 mm
- adesione minima,
  - provini asciutti: 3,0 kg/cm<sup>2</sup>
  - provini bagnati: 1,25 kg/cm<sup>2</sup>

3) Caratteristiche del bitume estratto:

- punto di rammollimento (palla ed anello): <sup>3</sup> 42 °C.
- penetrazione massima a 25 °C: 20 mm
- duttilità minima a 25 °C: 70 cm
- punto di rottura max.: -14 °C
- solubilità minima in CS<sub>2</sub>: 99%

### **2.2.2 Bitume**

#### **Bitume**

Il bitume da impiegarsi per le miste bitumate ed i conglomerati bituminosi dovrà avere le seguenti caratteristiche, in riferimento alle "Norme per l'accettazione dei bitumi" del CNR B.U.n°68\78 ovvero equivalente normativa europea se già in vigore al momento dei lavori:

	I	II	III	IV
- penetrazione a 25 °C PEN, dmm	50/70	80/100	130/150	180/200
- punto di rammollimento PA, °C	47/56	44/49	40/45	35/42
- punto di rottura Frass PRF, °C	-7	-10	-12	-14
- solubilità minima in CS <sub>2</sub> :	99%	99%	99%	99%
- volatilità massima a 163 °C, %	0,5 (a 200 °C)	0,5	1	1
- duttilità a 25° C minima, cm	80	100	100	100
- penetrazione a 25° C del residuo della prova di volatilità: valore minimo espresso in % di quello del bitume originario	60	60	60	60
- punto di rottura max del residuo				

delle prove di volatilità, massimo, °C	-5	-7	-9	-11
- percentuale max in peso di paraffina:	2,5	2,5	2,5	2,5
- adesione minima a: granito di San Fedelino, provini asciutti, kg/cm <sup>2</sup>	5,50	5,00	3,50	3,00
provini bagnati, kg/cm <sup>2</sup> marmo statuario di Carrara provini asciutti, kg/cm <sup>2</sup>	2,00	1,75	1,50	1,25
- Punto di infiammabilità C.o.c., °C	270	270	270	270

Il bitume dovrà inoltre possedere un intervallo di elasto-plasticità, calcolato come differenza tra il PA ed il PRF, <sup>3</sup>54 °C ed un indice di penetrazione IP, calcolato mediante la formula sotto indicata, compreso tra -1 e +1.

$$IP=20u-500v\sqrt{u+50v}$$

dove

$$u=PA-25^{\circ}C$$

$$v=\log 800-\log PEN \text{ a } 25^{\circ}C.$$

Tutti i risultati delle prove dovranno riferirsi a campioni rappresentativi prelevati secondo la Norma CNR B.U.n°81\80 ovvero equivalente normativa europea se già in vigore al momento dei lavori; dovranno inoltre essere utilizzati i metodi di prova in vigore ed i provini dovranno essere preparati come precisato in ciascun metodo di prova.

### **Bitume modificato**

La modifica da apportare ai bitumi tradizionali per il miglioramento delle caratteristiche fisiche, meccaniche, reologiche ed all'invecchiamento dovrà essere effettuata mediante l'utilizzo di elastomeri SBS (Stirene-Butadiene-Stirene) radiali o lineari o comunque altre tipologie di elastomeri nelle quantità necessarie al fine di ottenere i seguenti requisiti:

PROVA	Modifica tipo 1	Modifica tipo 2	Modifica tipo 3	metodi di prova
penetrazione a 25°C PEN, dmm	50-70	60-80	60-80	EN 1426
punto di rammollim. PA, °C	60-70	75-85	90-110	EN 1427
indice di penetrazione IP	+1 - +3	+4 - +6	+7 - +8	UNI 4163\59
punto di rottura Frass PRF, °C	<-13	<-15	<-17	EN 12593
intervallo elasto -plastico, °C	>75	>93	>110	PA-PRF
duttilità a 5°C, cm	>25	>35	>40	CNR B.U.n°44\74
a 15°C, cm	>75	>80	>85	CNR B.U.n°44\74
a 25°C, cm	>90	>95	>100	CNR B.U.n°44\74
recupero elastico a 10°C, %	>65	>70	>75	CEN\TC19\SC1 prEN September 93
a 25°C, %	>80	>90	>95	CEN\TC19\SC1 prEN Sept.93
termostabilità, °C	<2	<2	<2	CEN\TC19\SC1 prEN August 93
punto d'infiamm. C.v.a., °C	>300	>300	>300	CNR B.U.n°72\79

dove per tipo 1 si intende a bassa modifica, per tipo 2 a media modifica, per tipo 3 ad elevata modifica.

Qualora si debbano utilizzare bitumi modificati l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori, prima dell'inizio dei lavori, una scheda tecnica del materiale che intende impiegare redatta dal fornitore dalla quale risulti il nome del fornitore stesso, dello stabilimento di produzione e del prodotto, nonché con la precisazione del tipo di modifica e con l'elenco completo delle caratteristiche del bitume modificato confrontate con le prescrizioni tecniche del presente Capitolato Speciale d'Appalto.

### **2.2.3 Materiali inerti**

Gli aggregati lapidei che formano lo scheletro dei vari strati bituminosi saranno sani, duri, privi di parti decomposte o alterate dalle azioni atmosferiche od altro, idrofughi, di forma prismatica e non lamellare, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da argilla, terriccio, polvere o altre sostanze estranee; non dovranno perdere, per decantazione in acqua, più dell'1% in peso.

Le caratteristiche principali alle quali dovranno soddisfare i vari elementi litici sono quelle sottoelencate, con riferimento alla Norma CNR B.U. n°139\92 ovvero equivalente normativa europea se già in vigore al momento dei lavori:

#### **2.2.3.1 Aggregati lapidei per strati di base**

##### Aggregato grosso (>4mm)

	PP	P	M	L	metodo di prova
-frantumato, % min. sui granulati	<sup>3</sup> 90	<sup>3</sup> 30	<sup>3</sup> 20	-	-
-abrasione LA, % min.	£25	£25	£30	£40	UNI EN 1097-2
-spogliamento in acqua a 40°C, %	£5	£5	£5	£5	EN 12697-11

##### Aggregato fine (£4mm)

	PP	P	M	L	metodo di prova
-frantumato, % min. sui granulati	-	-	-	-	-
-equivalente in sabbia, %	<sup>3</sup> 50	<sup>3</sup> 50	<sup>3</sup> 50	<sup>3</sup> 35	EN 933-8
-spogliamento in acqua a 40°C, %	£5	£5	£5	£5	EN 12697-11

#### **2.2.3.2 Aggregati lapidei per strati di collegamento**

##### Aggregato grosso (>4mm)

	PP	P	M	L	metodo di prova
-frantumato, % min. sui granulati	<sup>3</sup> 90	<sup>3</sup> 90	<sup>3</sup> 80	<sup>3</sup> 70	-
-abrasione LA, % min.	£22	£25	£30	£40	UNI EN 1097-2
-spogliamento in acqua a 40°C, %	£5	£5	£5	£5	EN 12697-11

##### Aggregato fine (£4mm)

	PP	P	M	L	metodo di prova
-frantumato, % min. sui granulati	<sup>3</sup> 40	<sup>3</sup> 40	-	-	-

-equivalente in sabbia, %	<sup>3</sup> 50	<sup>3</sup> 50	<sup>3</sup> 40	<sup>3</sup> 40	EN 933-8
-spogliamento in acqua a 40°C, %	£5	£5	£5	£5	EN 12697-11

### 2.2.3.3 Aggregati lapidei per strati d'usura

#### Aggregato grosso (>4mm)

	PP	P	M	L	metodo di prova
-frantumato, % min. sui granulati	100	100	100	100	-
-abrasione LA, % min.	≤18	≤20	≤20	≤25	UNI EN 1097-2
-coeff. di levigabilità accelerata	<sup>3</sup> 0,42	-	-	-	CNR B.U.n°140\92
-spogliamento in acqua a 40°C, %	£5	£5	£5	£5	EN 12697-11

#### Aggregato fine (≤4mm)

	PP	P	M	L	metodo di prova
-frantumato, % min. sui granulati	<sup>3</sup> 50	<sup>3</sup> 50	<sup>3</sup> 50	-	-
-equivalente in sabbia, %	<sup>3</sup> 80	<sup>3</sup> 60	<sup>3</sup> 60	<sup>3</sup> 40	EN 933-8
-spogliamento in acqua a 40°C, %	£5	£5	£5	£5	EN 12697-11

La differenziazione è riferita alle varie categorie di traffico presente sulle strade, vale a dire al numero medio N di passaggi giornalieri di veicoli commerciali (peso totale a terra <sup>3</sup>3t) transitanti:

- traffico leggero "L": N<450 per ogni senso di marcia;
- traffico medio "M": 450<N<1100 per ogni senso di marcia;
- traffico pesante "P": 1100<N<3000 per ogni senso di marcia;
- traffico molto pesante "PP": N>3000 per ogni senso di marcia.

Relativamente ai manti d'usura del tipo "antiskid", qualunque sia la tipologia di traffico presente dovranno essere rispettate le seguenti caratteristiche:

#### Aggregato grosso (>4mm)

- abrasione LA, % minima £17
- coeff. di levigabilità accelerata <sup>3</sup>0,45

#### Aggregato fine (≤4mm)

- quantità di frantumato, % 100
- equivalente in sabbia, % <sup>3</sup>80

Per quanto riguarda i "manti d'usura ad alto modulo", qualunque sia la tipologia di traffico presente, il valore di abrasione LA dovrà comunque essere <18% e l'equivalente in sabbia >75%.

Per quanto riguarda i manti d'usura "alleggeriti", qualunque sia la tipologia di traffico presente, il valore del coefficiente di levigabilità accelerata dovrà comunque essere  $\geq 0,5$ .

Tutti i risultati delle prove dovranno riferirsi a campioni rappresentativi prelevati secondo la Norma CNR B.U.n°93\83 ovvero equivalente normativa europea se già in vigore al momento dei lavori; dovranno inoltre essere utilizzati i metodi di prova in vigore ed i provini dovranno essere preparati come precisato in ciascun metodo di prova

L'additivo minerale (filler) da usarsi per miste bitumate e per conglomerati bituminosi sarà costituito da particelle finissime di calcare, calce idrata, cemento portland od altra sostanza minerale assolutamente non plastica finemente macinata passante per almeno l'80% allo 0,063 mentre il 100% deve avere dimensioni inferiori allo 0,125 mm.

Inoltre il potere rigidificante, calcolato secondo la Norma UNI EN 13179, con rapporto  $\text{filler/bitume} = 1,5$ , dovrà risultare  $\geq 5\%$ .

Relativamente ai conglomerati "ad alto modulo complesso" per strati di base, anche a bassa temperatura, tale valore dovrà essere  $\geq 10\%$  integrando eventualmente il filler con calce idrata in ragione di non più dell'1% in peso sulla miscela totale degli inerti.

#### **2.2.4 Attivanti di adesione**

Qualora venga previsto l'utilizzo di attivanti di adesione nella confezione dei conglomerati bituminosi dei vari strati, dovranno essere impiegate speciali sostanze chimiche costituite da composti azotati di natura e complessità varia, ovvero da ammine ed in particolare da alchilammido - poliammine ottenute per reazione tra poliammine e acidi grassi C16 e C18.

Tali prodotti dovranno possedere la proprietà comune di sostituirsi al radicale acido COOH del bitume facendo sì che nella zona di interfaccia risulti un radicale amminico  $\text{NH}_2$  in grado di legarsi sia con inerti calcarei (ioni  $\text{CO}_3^-$ ) che con inerti acidi (ioni  $\text{SiO}_4^-$ ).

Detti additivi polifunzionali per bitumi dovranno inoltre resistere alla temperatura di oltre 180 °C senza perdere più del 20% delle loro proprietà fisico-chimiche.

L'immissione delle sostanze attivanti nella cisterna del bitume (al momento della ricarica secondo il quantitativo stabilito) dovrà essere realizzata con idonee attrezzature tali da garantire la perfetta dispersione e l'esatto dosaggio (eventualmente mediante un completo ciclo di riciclaggio del bitume attraverso la pompa apposita prevista in ogni impianto).

I principali requisiti di accettazione sono i seguenti:

- mantenere l'adesione bitume\inerti anche in presenza di acqua. Questo requisito dovrà essere verificato attraverso la prova di spogliamento di una miscela di legante idrocarburico ed aggregati lapidei in presenza di acqua (EN 12697-11) e la prova di sensibilità all'acqua dei provini bituminosi (EN 12697-12) per determinare la riduzione del valore di resistenza meccanica a rottura e del rigonfiamento della stessa miscela in conseguenza ad un prolungato periodo di immersione in acqua.

- non modificare le caratteristiche del bitume oltre i limiti di accettazione della rispettiva gradazione. La verifica è eseguita sottoponendo il bitume additivato alla prova di penetrazione PEN a 25°C (UNI EN 1426) e del punto d'infiammabilità C.v.a. (CNR B.U.n°72\79).

I tipi, i dosaggi e le tecniche d'impiego degli attivanti dovranno ottenere il benestare della Direzione Lavori prima dell'inizio dei lavori.

A tale scopo l'Appaltatore dovrà indicare, almeno dieci giorni prima dell'inizio lavori, il tipo di dosaggio dell'attivante che intende impiegare e, a richiesta della Direzione Lavori, documentarne l'efficacia con i certificati delle prove eseguite da un laboratorio accreditato per quanto riguarda i requisiti di accettazione sopra citati. Il dosaggio dovrà comunque essere compreso tra il 0,3% ed il 0,6% rispetto al peso del bitume.

E' facoltà della Direzione Lavori richiedere, se del caso, l'effettuazione di nuove prove di controllo in corso d'opera da parte di un laboratorio accreditato di fiducia dell'Ente appaltante, a spese dell'Appaltatore e, nel caso di risultati non convincenti, chiedere la sostituzione dell'attivante utilizzato, oltre ad applicare le penali previste dal presente Capitolato.

### **2.2.5 Miscela**

Vengono ora elencati i requisiti minimi di accettazione che dovranno possedere i conglomerati bituminosi sia normali che modificati da utilizzare per la costruzione di strati di base, collegamento ed usura.

#### **2.2.5.1 Conglomerati bituminosi per strati di base**

	normale	mod. tipo1	mod."anti-richiamo lesioni"	mod."ad alto modulo"	a bassa temp."ad alto modulo"	metodo di prova
-prova Marshall a 60°C						CNR B.U.n°30\73
-stabilità, Kg	<sup>3</sup> 800	<sup>3</sup> 1000	<sup>3</sup> 600	<sup>3</sup> 1600	<sup>3</sup> 1600	
-scorrimento, mm	2-4	2-4	2-4	2-4	2-4	
-rigidezza, Kg\mm	<sup>3</sup> 250	<sup>3</sup> 350	<sup>3</sup> 230	<sup>3</sup> 400	<sup>3</sup> 400	
-stabilità Marshall dopo 24 h in acqua a 60°C, % sul valore originale	<sup>3</sup> 80	<sup>3</sup> 90	<sup>3</sup> 90	<sup>3</sup> 90	<sup>3</sup> 90	CNR B.U.n°30\73
-vuoti residui Marshall, % sul volume	4-6	4-6	15-20	3-5	3-5	CNR B.U.n°39\73
-resistenza a trazione indiretta, Kg\cm <sup>2</sup>	<sup>3</sup> 4	<sup>3</sup> 6	<sup>3</sup> 6	<sup>3</sup> 13	<sup>3</sup> 12	CNR B.U.n°134\91

Per i conglomerati speciali "ad alto modulo complesso" si deve aggiungere la prova di deformazione a carico statico a 40°C, 30 minuti (CNR B.U.n°136\91):

- a 10,5 Kg\cm<sup>2</sup> impronta £1 mm
- a 30 Kg\cm<sup>2</sup> impronta £1,5 mm
- a 50 Kg\cm<sup>2</sup> impronta £2 mm

Qualora sia previsto un intervento di risagomatura e consolidamento con mista "ad alto modulo complesso" che non comprenda alcuno strato sovrastante, la percentuale di vuoti residui Marshall dovrà essere compresa tra il 2 e il 4 sul volume.

### 2.2.5.2 Conglomerati bituminosi per strati di collegamento

	normale	mod. tipo 2	metodo di prova
-prova Marshall a 60°C			CNR B.U.n°30\73
-stabilità, Kg	<sup>3</sup> 900	<sup>3</sup> 1100	
-scorrimento, mm	2-4	2-4	
-rigidezza, Kg\mm	<sup>3</sup> 300	<sup>3</sup> 400	
-stabilità Marshall dopo 24 h in acqua a 60°C, % sul valore originale	<sup>3</sup> 80	<sup>3</sup> 90	CNR B.U.n°30\73
-vuoti residui Marshall, % sul volume	3-5	3-5	CNR B.U.n°39\73
-resistenza a trazione indiretta, Kg\cm <sup>2</sup>	<sup>3</sup> 5	<sup>3</sup> 8	CNR B.U.n°134\91

### 2.2.5.3 Conglomerati bituminosi per strati d'usura

	normale	mod. tipo 3	normale a bassa temp.	metodo di prova
-prova Marshall a 60°C				CNR B.U.n°30\73
-stabilità, Kg	<sup>3</sup> 1000	<sup>3</sup> 1200	<sup>3</sup> 1000	
-scorrimento, mm	2-4	2-4	2-4	
-rigidezza, Kg\mm	<sup>3</sup> 400	<sup>3</sup> 400	<sup>3</sup> 400	
-stabilità Marshall dopo 24 h in acqua a 60°C, % sul valore originale	<sup>3</sup> 80	<sup>3</sup> 90	<sup>3</sup> 80	CNR B.U.n°30\73
-vuoti residui Marshall, % sul volume	2-4	2-4	2-4	CNR B.U.n°39\73
-resistenza a trazione indiretta, Kg\cm <sup>2</sup>	<sup>3</sup> 6	<sup>3</sup> 9	<sup>3</sup> 6	CNR B.U.n°134\91

Per quanto riguarda i "manti d'usura ad alto modulo" il valore di stabilità Marshall dovrà comunque essere >1600 Kg.

## ART. 3 - QUALITÀ E PROVENIENZA DEI PREFABBRICATI

### 3.1 GIUNTI DI DILATAZIONE ED IMPERMEABILITÀ

Queste attrezzature si rendono necessarie per due funzioni principali:

- permettere al traffico di superare con il minimo fastidio la zona di discontinuità dell'opera;

- proteggere le parti sottostanti dai materiali liquidi aggressivi e dalla sporcizia che in queste discontinuità si insinuano. Logicamente i giunti non devono compromettere il regolare movimento della struttura previsto in questi punti; inoltre questi elementi devono essere in grado di sopportare i carichi dinamici normalmente presenti sulla sede stradale.

Se richiesti dalla DL l'Impresa dovrà presentare, in tempo utile prima dell'inizio dei lavori, all'esame della Direzione Lavori per la necessaria approvazione:

- progetto dettagliato costruttivo dei giunti di dilatazione con indicazione esauriente delle caratteristiche dei materiali;

- risultati ufficiali delle prove di laboratorio eseguite preliminarmente su campioni di giunto del

tipo previsto per l'impiego specifico;

- modalità di posa in opera, tenendo anche conto dei valori di preregolazione da attuare sul giunto al momento del montaggio, in funzione delle temperature stagionali ed ambientali.

Il progetto dei giunti dovrà rispettare:

-i disegni esecutivi di progetto della Provincia di Cremona;

- la voce di elenco prezzi.

Potranno essere accettate tipologie non confacenti a quella illustrata dall'ente appaltante, purchè queste rispettino rigorosamente le indicazioni del presente articolo di capitolato. Qualunque proposta non conforme al capitolato sarà valutata solo se, a insindacabile giudizio della Direzione Lavori, questa sia un'alternativa tecnicamente equivalente.

Le tipologie di giunti sono di seguito elencate:

a) Giunti di pavimentazione in gomma armata con piastra ponte ;

b) Giunti di sottopavimentazione in acciaio gomma con tampone viscoelastico ;

d) Giunti di sottopavimentazione in acciaio ;

Per quanto riguarda le caratteristiche tecnico-prestazionali dei componenti dei giunti sopraccitati si specifica quanto segue:

L'elastomero in gomma naturale (neoprene) armata formante la parte superiore attiva del giunto avrà le seguenti caratteristiche:

- durezza Shore (gradi Shore A)	(UNI 4916)	60±5
- resistenza a rottura (kg\cm <sup>2</sup> )	(UNI 6065)	<sup>3</sup> 170
- allungamento a rottura (%)	(UNI 6065)	<sup>3</sup> 450
- resistenza all'ozono (UNI 6067-6068)	(96h-50 pphm-40 °c-A=20%)	nessuna fessurazione
- variazione dopo invecchiamento	(UNI 5408)	(7 gg.-70 °C)
- durezza Shore (gradi Shore A)		(5-10)
- rottura (%)		-15
- allungamento (%)		20
- punto di fragilità (°C)	(UNI 7320)	-25

I laminati saranno in acciaio S 275 (UNI EN 10025-2). Gli elementi deformabili in gomma dovranno essere vincolati mediante vulcanizzazione alle armature metalliche di ancoraggio e rinforzo per evitare corrosioni. Essi dovranno inoltre essere disposti in modo che in qualsiasi sezione verticale del giunto sia presente almeno un inserto metallico.

Le parti in gomma utilizzate per la fabbricazione del giunto dovranno essere resistenti all'olio, alla benzina, al sale artificiale e garantire una buona reazione elastica permanente in modo da mantenere nel tempo i requisiti di impermeabilità.

I tirafondi di ancoraggio saranno costituiti da acciaio C 40 (UNI 2954) con trattamento anticorrosivo Dacromet 320.

Gli elementi deformabili in gomma dovranno essere vincolati mediante vulcanizzazione

alle armature metalliche di ancoraggio e rinforzo per evitare corrosioni. Essi dovranno inoltre essere disposti in modo che in qualsiasi sezione verticale del giunto sia presente almeno un inserto metallico.

#### Giunti di pavimentazione in gomma armata con piastra ponte

Tale giunto di dilatazione per impalcati di ponti e viadotti è realizzato con elementi in neoprene armato con le seguenti caratteristiche.

- Moduli in gomma armata realizzati mediante una piastra ponte centrale ed elementi portanti laterali liberi di muoversi su lamiere in acciaio inox e separati dalla piastra ponte da varchi sinusoidali o rettilinei.
- Sistema ancoraggio meccanico realizzato mediante barre filettate o, in alternativa, zanche multidirezionali e tirafondi, secondo le esigenze di cantiere.
- Scossalina raccolta acqua in hypalon/acciaio inox.
- Profilo a "L" in acciaio inox per drenaggio acque di sottopavimentazione.
- Masselli di malta epossidica e/o betoncino fibrorinforzato, di raccordo fra gli elementi di giunto e la pavimentazione bituminosa.

#### Giunti di sotto pavimentazione in acciaio gomma con tampone viscoelastico

Tale giunto di dilatazione, adatto ad assorbire scorrimenti totali degli impalcati di ponti e viadotti con luci fino a 45 metri, è realizzato con i seguenti elementi.

- Dispositivo di drenaggio e deflusso delle acque di sottopavimentazione composto da una scossalina in poliestere ancorata alle testate delle solette con idoneo adesivo e da tubi drenanti sagomati e rivestiti con tessuto non tessuto e stucco epossidico, posti al contatto tra pavimentazione e giunto;
- Getto di stucco epossidico di qualsiasi spessore, al fine di creare un opportuno cuscinetto tra la soletta e l'intradosso della struttura formante il giunto vero e proprio;
- Elementi in gomma sintetica poliuretanic, posti con continuità sul varco ed ancorati con appositi tirafondi M12 inghisati su entrambe le aree delle solette contigue previa esecuzione dei fori e relativo riempimento con resina epossidica. In ciascun elemento sopra descritto, saranno inglobate due piastre in acciaio sormontate da una ulteriore piastra ponte in grado di assecondare la dilatazione delle campate;
- Massello tampone costituito da massa bituminosa viscoelastica con bitume modificato ed inerti selezionati con caratteristiche conformi alle norme tecniche di capitolato previa stesa di una mano di attacco con bitume elastomerizzato sulla superficie del giunto e delle pareti verticali;
- Tubo drenante micro fessurato in pvc protetto da calza in GNT.

#### Legante

Il legante sarà costituito da bitume modificato con materiali di sintesi di natura elastomerica e/o plastomerica, avente le caratteristiche di seguito specificate:

Tipo ELASTOBIT A	Metodo	Unità misura	Valore
Proprietà	UNI 7092	Kg/dm <sup>3</sup>	1,15 ± 0,05
Peso specifico			

Penetrazione a 25°C	ASTM D5-97	dmm	29 + 5
Penetrazione a 60°C	ASTM D5-97	dmm	117 + 10
R & B	ASTM D 36-95	°C	110 + 10
Punto di rottura FRAASS	CNR 43/74	°C	< - 20
Viscosità a 160 °C	ASTM 26 69	Pa*s	9 + 1
Viscosità a 190°C	ASTM 26 69	Pa*s	2 + 0,5
Resistenza a trazione ( s = 4 mm, v = 100 mm/min.)	N.I.	N/mm2	0,5 + 0,1
Allungamento a rottura	N.I.	%	> 1800
Shore 00 a 25°C	N.I.	Punti	82
Shore 00 a 40°C	N.I.	Punti	77
Shore 00 a 60°C	N.I.	Punti	62
Shore 00 a 80°C	N.I.	Punti	40

## Inerti

L'aggregato potrà essere costituito da materiale basaltico o anche da pietrischetti e graniglie di provenienza o natura petrografia diversa, con granulometria compresa tra i 10 e i 14 mm o tra i 15 e i 20 mm.

Tali inerti dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, di forma poliedrica, puliti ed esenti da polvere e da materiale estraneo secondo le norme CNR fasc. 4 / 1953, cap. 1 e 2 e rispondenti ai requisiti della 1° categoria. In ogni caso la qualità della roccia, da cui è ricavato per frantumazione l'inerte, dovrà avere alla prova – Los Angeles (CNR B. U. n° 34 del 28.03.1973 – Prova C) perdita di peso inferiore o uguale al 20%; sarà contenuto in sacchi da 25-30 kg

Granulometria miscela:

Crivelli/setacci (CNR-UNI)	(passanti %)
25	100
20	80-100
15	25-40
10	0-10
5	-

## Giunti di sottopavimentazione in acciaio

Tale giunto di dilatazione per impalcati di ponti e viadotti è realizzato con elementi in acciaio corten e con scossalina in acciaio inox con le seguenti caratteristiche:

- Prolilati e lamiera lavorate in acciaio corten costituenti l'elemento piastra, solidarizzato ad un lato del varco, e l'elemento ponte solidarizzato al lato opposto del varco stesso.
- Sistema di ancoraggio meccanico dei due elementi in acciaio corten sopra descritti alle testate delle solette mediante zanche annegate in appositi getti di pristino delle testate delle solette preliminarmente demolite.
- Scossalina raccolta acqua in acciaio inox.
- Profilo a "L" in acciaio inox per drenaggio acque di sottopavimentazione.
- Ricoprimento del giunto con conglomerato bituminoso tipo binder con bitume ad elevata modifica polimerica fino al raggiungimento della quota della pavimentazione esistente.

## CAPO III

### MODO DI ESECUZIONE DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO, ORDINE DA SEGUIRE NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI

#### ART. 4 - SCAVI E RILEVATI IN GENERALE.

##### 4.1 SCARIFICAZIONE DELLA PAVIMENTAZIONE STRADALE

1) Gli scavi di scarificazione della pavimentazione stradale esistente dovranno essere effettuati con macchine idonee e spinti alla profondità non inferiore a cm 20.

Quindi il materiale bituminoso di scarificazione dovrà essere adeguatamente frantumato fino ad avere la pezzatura massima del diametro di cm 7, successivamente dovrà essere livellato e compattato mediante rullatura.

Qualora la Direzione dei Lavori decidesse di non utilizzare per la formazione della massiciata il materiale di scarifica, l'Impresa, a proprie cure e spese, dovrà caricarlo e trasportarlo a formazione del rilevato stradale o su aree indicate dalla Direzione dei Lavori oppure a rifiuto su aree che l'appaltatore deve procurare a sue cure e spese qualora non venissero indicate aree dalla Direzione dei Lavori; in tal caso sarà a cura e spese dell'Impresa la regolarizzazione della superficie sottostante la scarifica.

2) La fresatura degli strati superficiali della sovrastruttura stradale esistente dovrà essere eseguita mediante scarificatrici a freddo alla profondità richiesta.

Il materiale di scarifica dovrà essere depositato su aree da procurarsi a cura e spese dell'appaltatore, compreso il carico, il trasporto a distanza con autocarri e scarico sulle banchine delle strade oggetto d'appalto o in aree messe a disposizione dall'Amministrazione in un raggio non superiore a km 25 dal punto di asportazione, compreso il trasporto a rifiuto, con tutti gli eventuali oneri richiesti dalle PP.DD., del materiale scavato e giudicato inidoneo dalla Direzione Lavori.

#### ART. 5 - OPERE IN METALLO E SEGNALETICA ORIZZONTALE

##### 5.1 OPERE IN METALLO

Tutti gli oggetti ed i manufatti metallici dovranno essere dati posti in opera completi di tutti gli accessori e le lavorazioni necessarie da praticarsi dopo la verifica e l'accettazione dei materiali da parte del Direttore dei Lavori, che si intendono a carico dell'appaltatore così come tutti i mezzi d'opera, impalcature od altre opere provvisorie necessarie per il collocamento in opera delle strutture metalliche, salvo quanto disposto dal piano di sicurezza e di coordinamento.

Ad esclusione delle parti in ghisa, delle parti in acciaio inossidabile e delle parti annegate nel getto, in generale i materiali saranno, fatto salvo motivate indicazioni del Direttore dei Lavori, zincati a caldo secondo le norme UNI 5.744 con un rivestimento di zinco compreso fra i 300 e i 400 g/m<sup>2</sup> oppure verniciati con le seguenti modalità:

- preparazione delle superfici mediante sabbiatura a metallo quasi bianco (Sa 2½) secondo le norme SSPC (Steel Structures Painting Council) SP10-63;
- applicazione di un ciclo di verniciatura a tre mani, dello spessore complessivo di 160 µm le cui caratteristiche particolari dovranno essere preventivamente comunicate al Direttore dei Lavori per l'approvazione.

##### **5.1.1 Manufatti in acciaio per griglie, paratoie, recinzioni, cancellate**

Il ferro comune ed omogeneo dovrà essere di prima qualità, duttile e tenace e di marcatissima struttura fibrosa, malleabile a caldo ed a freddo, facilmente saldabile, liscio alla superficie esterna, privo di screpolature e non dovrà presentare saldature aperte od altre soluzioni di continuità.

L'acciaio in lamiera o fuso per cuscinetti, cerniere, rulli e per qualsiasi altro lavoro deve essere di prima qualità, esente da soffiature e da ogni altro difetto.

Ogni altro oggetto di metallo sarà di primissima qualità senza difetti di sorta.

L'Appaltatore sarà in ogni caso obbligato a controllare e rilevare sul posto le misure esatte delle singole opere metalliche, essendo egli solo responsabile degli inconvenienti che potessero verificarsi per l'omissione di tale controllo.

## **5.2 SEGNALETICA ORIZZONTALE**

I materiali da utilizzare per la segnaletica orizzontale si classificano nel seguente modo:

### **A – VERNICI (O PITTURE)**

#### **Vernici a freddo con microsfere di vetro premiscelate e post-spruzzate:**

La vernice deve essere costituita da una miscela di resine e di plastificanti, da pigmenti, materiali riempitivi e da microsfere di vetro o ceramica; il tutto disperso in diluenti e solventi idonei. Il residuo volatile può essere considerato pari al 20%.

#### **Vernici a base di acqua con microsfere di vetro premiscelate post-spruzzate**

La Vernice deve essere composta da resine acriliche contenute in una sospensione a base di acqua.

#### **Vernici bicomponenti**

La segnaletica dovrà essere eseguita con una vernice a freddo bicomponente, avente residuo secco non inferiore al 95%.

L'applicazione di detta soluzione dovrà avvenire mediante spruzzatura dei due componenti che si dovranno miscelare durante la messa in opera.

### **B – TERMOPLASTICO**

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

### **C - LAMINATI ELASTOPLASTICI**

Laminati autoadesivi prefabbricati, retroriflettenti con preinserimento di materiali ad alto indice di rifrazione sono costituiti da materiali elastoplastici autoadesivi, costituiti da polimeri di alta qualità, contenenti microgranuli di materiale speciale ad alto potere antisdrucchiolo, da pigmenti stabili nel tempo e con microsfere di vetro o ceramica con ottime caratteristiche di rifrazione ed elevata resistenza all'usura.

I laminati devono essere facilmente applicabili su qualunque tipo di superficie, essi potranno essere posti in opera sia incassandoli in pavimentazioni nuove, mentre il manto è ancora caldo, che su pavimentazioni esistenti utilizzando il primer per facilitarne l'adesione.

Devono essere inoltre impermeabili, idrorepellenti, antiderapanti, resistenti alle soluzioni saline, alle escursioni termiche ed all'abrasione e non devono scolorire al sole.

### **5.2.1- Standard prestazionali dei materiali**

I requisiti ai quali tutti i prodotti, impiegati nei lavori di segnaletica orizzontale, devono ottemperare per tutta la loro vita utile sono relativi a colore, visibilità notturna, coefficiente di attrito trasversale (SRT) e tempo di essiccazione.

Valori minori a quelli richiesti sono considerati insufficienti per il mantenimento degli standard di sicurezza previsti.

La segnaletica orizzontale deve essere efficiente fin dalla posa in opera e questa, in termini di visibilità notturna, antiscivolosità ecc. deve essere mantenuta per tutta la vita utile prevista.

## **ART. 6 - IMPALCATO – MANTO IMPERMEABILIZZANTE DELL'IMPALCATO – APPOGGI – PARAPETTI**

### **6.1 IMPALCATO**

L'impalcato dovrà essere costruito secondo le specifiche di progetto; differenti soluzioni eventualmente proposte dovranno essere accettate dal Direttore dei Lavori e progettate con le caratteristiche indicate di seguito, rispettando comunque tutte le disposizioni normative vigenti, comprese le istruzioni emanate dagli organi e/o dagli enti preposti alla gestione dei servizi interferenti con l'opera:

- Le solette in c.a. dovranno avere uno spessore non inferiore a cm 25. In particolare le solette di impalcato dovranno essere previste ed eseguite in opera mediante getto monolitico, evitando pertanto l'adozione di solette prefabbricate. E' consentito l'impiego di lastre predalle per l'intradosso della soletta. In corrispondenza delle interruzioni strutturali (zona giunti) le solette devono essere rinforzate per tener conto degli effetti d'urto; tale rinforzo è di norma ottenuto tramite un opportuno aumento della sezioni d'armatura.
- Le travi costituenti l'impalcato dovranno rispondere ai seguenti requisiti:  
la freccia massima per la condizione di carico più gravosa sia  $f \leq 1/1000 \times L$  ove L è la luce di calcolo;  
qualora vengano adottate travi in c.a.p. esse non dovranno presentare, per la condizione di carico più gravosa, tensioni di trazione al lembo inferiore. Inoltre dovranno essere, di norma, strutture a fili aderenti; le strutture a fili post-tesi possono essere eseguite solo su specifica autorizzazione del Direttore dei Lavori.
- Lo spessore minimo s delle travi in c.a. o in c.a.p. sarà:  
1.  $s \geq 1/10$  dell'altezza nel caso di travi a sezione aperta;  
2.  $s \geq 1/12$  della dimensione della parete, misurata in obliquo ovvero in verticale a seconda del tipo di trave, nel caso di trave a sezione chiusa. Comunque sia nel caso 1. che 2. non dovrà essere mai inferiore, in ogni modo, a cm 14. La dimensione dell'ala, inferiore nel caso di travi a sezione aperta, o del fondello, nel caso di travi a sezione chiusa non dovrà mai essere inferiore a cm 14.
- Si dovranno sempre prevedere i traversi di estremità.
- I traversi in c.a. dovranno avere uno spessore non inferiore a cm 25 e, in ogni caso, dovranno avere l'altezza non inferiore a quella della trave decurtata dello spessore dell'ala inferiore.
- I traversi di testata dovranno essere costruiti con nicchie atte a permettere l'alloggiamento di martinetti per il sollevamento dell'impalcato, qualora le intercapedine tra spalla e intradosso trave non consenta l'inserimento del martinetto. I traversi dovranno

essere progettati per sopportare le sollecitazioni che verrebbero indotte dall'operazione di sollevamento.

—————Le acque eventualmente raccolte dal giunto dovranno essere allontanate dal manufatto tramite opportuni dispositivi.

- Lo smaltimento delle acque piovane deve avvenire in modo da evitare ristagni sulla sede stradale. Pertanto le opere di raccolta e smaltimento delle acque dovranno essere eseguite secondo i disegni di contratto e le indicazioni fornite in fase esecutiva dal Direttore dei Lavori. In ogni caso dovrà essere previsto un tubo di scarico relativo ad una superficie pavimentata non maggiore di m<sup>2</sup> 75.

## **6.2 MANTO IMPERMEABILIZZANTE PER IMPALCATI**

### **6.2.1 Con guaine bituminose**

L'impalcato prima della posa del manto impermeabilizzante dovrà essere regolarizzato e pulito mediante l'asportazione, con lavaggio a spazzolone e/o motosoffiatore, di rugosità e di materiali vari quali tracce di olii, grassi, polvere ecc.. Indi si provvederà a spalmare sul piano opportunamente pulito un adesivo bituminoso (primer) dello spessore medio di mm 2. Si porranno quindi in opera delle guaine preformate di larghezza non inferiore a m 1,00 aventi le caratteristiche in precedenza stabilite. Le guaine saranno incollate, previa fusione con fiamma, al primer steso in precedenza curando la perfetta adesione di ogni punto e la tenuta dei giunti (sormontanti) di costruzione. Infine si effettuerà sulla guaina una spalmatura di bitume modificato ad alta resistenza dello spessore di cm 0,50 e si procederà ad uno spolvero di sabbia onde evitare l'aderenza del manto al conglomerato bituminoso.

In corrispondenza dei giunti di dilatazione dell'impalcato si realizzerà un doppio strato di guaina con inserito un telo di propilene di lunghezza cm 50 e spessore cm 0,20.

### **6.2.2 Con asfalto colato**

L'impermeabilizzazione consisterà essenzialmente nelle seguenti operazioni:

- pulizia finale mediante spazzolatura o soffiatura con aria compressa e/o lavaggio delle superfici stesse, operazione quest'ultima da eseguire con la massima cura e senza l'impiego di soluzioni acide;
- applicazione a freddo di una mano di adesivo bituminoso (primer) o emulsione bituminosa affinché possa penetrare a fondo nella porosità del calcestruzzo; il quantitativo di detto primer non dovrà risultare inferiore a 0,5 kg/m<sup>2</sup>;
- formazione in opera di una cappa di miscela asfaltica stesa a caldo sull'impalcato, dello spessore medio di mm 10 applicata a mano, con spatole, ad una temperatura maggiore o uguale a 180 °C con la percentuale dei componenti compresa tra i valori in precedenza stabiliti.

L'impermeabilizzazione così realizzata dovrà risalire per tutta l'altezza delle pareti verticali dei cordoli e raccordarsi ai giunti di dilatazione. La confezione delle miscele verrà eseguita con apparecchiature fisse o mobili ed in maniera che filler, legante ed inerti, dosati a peso separatamente, formino un impasto uniforme ed omogeneo. Il tempo di mescolamento dovrà essere almeno di 30 minuti e la relativa temperatura sarà di circa 200 °C e comunque tale da poter effettuare la stesa dell'asfalto a temperatura superiore a 180 °C.

**Non si potrà effettuare l'impermeabilizzazione di impalcati non completamente stagionati a meno che il Direttore dei Lavori lo autorizzi con le opportune prescrizioni.**

## **6.3 APPOGGI**

Gli appoggi dovranno essere realizzati e posti in opera con le caratteristiche e le dimensioni indicate negli elaborati di progetto.

Il piano sul quale dovranno essere posati dovrà essere opportunamente rettificato affinché risulti

orizzontale e perfettamente pulito previa asportazione di rugosità e materiali vari. Sul piano di posa degli appoggi dovranno essere ricavati, a cura e spese dell'Appaltatore, appositi pozzetti per l'ancoraggio delle zanche inferiori dell'appoggio stesso secondo i disegni di progetto. È ammessa la eventuale realizzazione, se necessario, di baggioli di appoggio in calcestruzzo armato per il raggiungimento della corretta quota di posa degli appoggi stessi. Le modalità di realizzazione degli stessi ed i materiali da impiegare dovranno essere approvati dal Direttore dei Lavori.

Anche il tracciamento degli assi di riferimento, la livellazione dei piani di posa degli appoggi con malta specifica (tipo Sikagrout o similari) sono oneri a carico dell'Appaltatore e pertanto compresi nel prezzo.

Essi saranno conformi a quanto previsto delle norme vigenti ed in particolare dalla norma CNR 10.018.

La disposizione degli apparecchi di appoggio sulle spalle è specificata nei disegni di progetto.

Gli apparecchi di appoggio saranno collocati in opera in modo da rendere agevole l'ispezione, la manutenzione e l'eventuale sostituzione.

Il Direttore dei Lavori fornirà i valori di preregolazione eventualmente da attuare sugli apparecchi di appoggio al momento del montaggio in funzione delle temperature stagionali ed ambientali.

L'Appaltatore presenterà i certificati, rilasciati da laboratori autorizzati, comprovanti le caratteristiche di resistenza e di origine dei materiali impiegati.

Il Direttore dei Lavori si riserva la facoltà di eseguire collaudi tecnologici sui materiali presso gli stabilimenti di produzione e prove di carico sui singoli apparecchi presso laboratori autorizzati.

#### **6.4 PARAPETTI**

I parapetti da disporre in corrispondenza del marciapiede e dei cordoli dei muri andatori, fatto salvo quanto eventualmente specificato negli elaborati grafici di progetto, saranno costituiti da montanti in normal profilo INP 100 con telaio ad U e da tubi passanti (F mm 48-57) in numero minimo di tre. Il tubo che funge da corrimano dovrà essere posto ad un'altezza non inferiore a 1,10 m dal piano del marciapiede.

I parapetti in rete a protezione dei cavalcavia, fatto salvo quanto eventualmente specificato negli elaborati grafici di progetto, saranno costituiti da pannelli modulari di lunghezza 3,00 m ed altezza 2,00 m.

Il telaio sarà realizzato con profilo laminato a freddo ad U 60x30x3 mm, la rete ondulata a maglia 30x30 mm filo diam. 3 mm.

Il pannello sarà sostenuto da un montante in profilato IPE 100 avente altezza di 2,30 m posto ad un interasse di 3,00 m, completo di attacco per il sostegno di un tubo corrimano F 60 mm.

### **ART. 7 CHIUSINI – GRIGLIE**

#### **7.1.1 Preparazione del pozzetto**

Prima della posa del telaio si deve provvedere ad asportare il materiale attorno al pozzetto liberandone così la testa ed inoltre questa dovrà essere opportunamente irruvidita. Fra la testa del pozzetto e l'intradosso del telaio deve prevedersi almeno 2 cm di malta.

#### **7.1.2 Installazione del telaio sul pozzetto**

Il telaio va posizionato sul pozzetto prevedendo che il bordo superiore della malta di fissaggio dello stesso sia a quota inferiore di almeno 3 cm rispetto alla pavimentazione bituminosa circostante. Prima del getto l'Appaltatore dovrà realizzare una casseratura atta a proteggere da sbavature di malta la luce interna di passaggio. Posizionato il telaio secondo le quote ed i piani prescritti si procederà innanzitutto al riempimento dello spazio sottostante il telaio con malta cementizia e

quindi al getto sempre con malta cementizia dell'estradosso del telaio di spessore atto a garantire uno stabile ancoraggio. La malta cementizia sarà costituita da cemento tipo I (Portland) classe 42,5 o 42,5R.

## **ART. 8 GIUNTI DI DILATAZIONE ED IMPERMEABILITA'**

I giunti di dilatazione per la pavimentazione stradale potranno essere:

a) IN GOMMA ARMATA (elastomero vulcanizzato con inserti metallici): saranno adatti per assorbire le dilatazioni longitudinali prescritte e dovranno essere realizzati e posti in opera con le caratteristiche e le dimensioni secondo le specifiche di progetto.

In particolare l'ancoraggio degli elementi di giunto alla soletta d'impalcato ed ai paraghiaia in c.a. avverrà mediante imbullonatura a speciali tirafondi ancorati profondamente nella soletta e nel paraghiaia.

La sequenza delle operazioni da eseguirsi per la posa in opera del giunto sarà la seguente:

- tagli della pavimentazione con disco diamantato per la larghezza necessaria;
- demolizione della pavimentazione tra i due tagli in modo da ricavare il vano per ospitare il giunto;
- pulizia dei piani di posa mediante molatura e/o bocciardatura per una perfetta aderenza della malta di spessoramento;
- esecuzione dei fori per le eventuali armature di ripresa e posa delle stesse, esecuzione dei fori per i tirafondi e posa dei tirafondi chimici;
- posa dei tubi di drenaggio;
- posa della scossalina di gomma;
- stesa della malta di spessoramento, previa pulizia del piano di posa da polvere e sporcizia e posa di opportuni casserini;
- posa degli elementi prefabbricati di giunto e serraggio dei bulloni sui tirafondi;
- sigillatura della pavimentazione adiacente al giunto mediante conglomerato bituminoso viscoelastico;
- chiusura asole del giunto con epossicatrame.

b) A TAMPONE: saranno adatti per assorbire le dilatazioni longitudinali prescritte e dovranno essere realizzati e posati in opera con le caratteristiche e le dimensioni secondo le specifiche di progetto.

La sequenza delle operazioni da eseguirsi per la posa in opera del giunto sarà la seguente:

- tagli della pavimentazione con disco diamantato per la larghezza necessaria;
- demolizione della pavimentazione tra i due tagli in modo da ricavare il vano per ospitare il giunto;
- pulizia del piano di posa;
- ripristino dello strato di impermeabilizzazione;
- posa della scossalina in gomma preformata;
- posa del profilo presagomato in acciaio inox AISI 304, spessore 2 mm;
- posa della lamiera coprigiunto in acciaio inox AISI 304, spessore 4 mm, larghezza totale 200 mm;
- posa dei tubi di drenaggio in acciaio inox AISI 304, dimensioni 25x15 mm, spessore 1,5 mm con feritoie di larghezza 1 mm ed interasse 50 mm;
- stesa del rivestimento impermeabilizzante in bitume elastomerico;

· stesa del tampone in conglomerato bituminoso viscoelastico.

Per le acque raccolte dalle scossaline di drenaggio del giunto dovranno essere realizzati, a cura e spese dell'Appaltatore, opportuni dispositivi per l'allontanamento delle stesse acque dal manufatto.

L'Appaltatore dovrà tenere conto, nel proprio programma esecutivo dei lavori, per quanto riguarda le operazioni di montaggio del giunto, dell'esecuzione del manto d'usura.

Ad opera ultimata la superficie esterna del giunto dovrà trovarsi ad una quota di 3÷4 mm inferiore a quella della pavimentazione adiacente. Non sarà tollerata una quota della superficie esterna del giunto superiore alla quota della pavimentazione stradale adiacente.

Non sarà consentito all'Appaltatore di soddisfare ai predetti requisiti per la posa dei giunti con modifiche al profilo longitudinale della strada.

Il giunto da disporre sul marciapiede sarà costituito invece da un piatto in lamiera mandorlata in acciaio inox AISI 304, spessore minimo mm 3, larghezza minima 500 mm, sagomato ad L e fissato al marciapiede lato paraghiaia mediante tasselli tipo Fischer del diametro non inferiore a 12 mm e con interasse non superiore a 200 mm, i fori per il passaggio dei tasselli dovranno essere opportunamente svasati in modo che le viti di fissaggio non sporgano dalla superficie della lamiera. I piatti dovranno essere lavorati sui bordi lato marciapiede con molatura a 45°. Dopo la posa le lamiere dovranno aderire perfettamente alla superficie del marciapiede.

c) DI SOTTOPAVIMENTAZIONE PREFORMATO IN ACCIAIO -ELASTOMERO: saranno adatti per assorbire le dilatazioni longitudinali prescritte e dovranno essere realizzati e posti in opera con le caratteristiche e le dimensioni secondo le specifiche di progetto.

In particolare dovrà essere costituito da miscela polimero bituminosa di collegamento alla pavimentazione in conglomerato bituminoso, con tampone viscoelastico a caldo a livello del piano stradale, adatto ad assorbire scorrimenti totali degli impalcati con luci fino a 45 metri, costituito da:

- un dispositivo di drenaggio e deflusso delle acque di sottopavimentazione composto da una scossalina in poliestere ancorata alle testate delle solette con idoneo adesivo e da tubi drenanti sagomati e rivestiti con tessuto non tessuto e stucco epossidico, posti al contatto tra pavimentazione e giunto; getto di stucco epossidico di qualsiasi spessore, al fine di creare un opportuno cuscinetto tra la soletta e l'intradosso della struttura formante il giunto vero e proprio; giunto di sottopavimentazione composto da elementi in gomma sintetica poliuretana, posti con continuità sul varco ed ancorati con appositi tirafondi M12 inghisati su entrambe le aree delle solette contigüe previa esecuzione dei fori e relativo riempimento con resina epossidica.

In ciascun elemento sopra descritto, saranno inglobate due piastre in acciaio sormontate da una ulteriore piastra ponte in grado di assecondare la dilatazione delle campate, un massello tampone costituito da massa bituminosa viscoelastica ed inerti selezionati con caratteristiche conformi alle norme tecniche di capitolato previa stesa di una mano di attacco con bitume elastomerizzato sulla superficie del giunto e delle pareti verticali, un tubo drenante micro fessurato in pvc protetto da calza in GNT e intasamento della superficie finita del massello con colata di bitume modificato.

La sequenza delle operazioni da eseguirsi per la posa in opera del giunto di pavimentazione in neoprene armato o a pettine sarà la seguente:

- taglio della pavimentazione con sega Clipper della larghezza e lunghezza necessarie;

- demolizione e trasporto a discarica della pavimentazione tra i due tagli e di tutte le eventuali apparecchiature esistenti ammalorate definite materiale di risulta con tutte le precauzioni per non danneggiare e/o manomettere le strutture ed in particolare il rivestimento impermeabilizzante della soletta. Qualora l'operazione consista nella sostituzione di giunti ammalorati si potrà analizzare in contraddittorio con l'Impresa sul posto, all'atto dell'asportazione

degli elementi ammalorati, l'opportunità di poter riutilizzare alcune mattonelle in neoprene armato che si presentassero ancora in condizioni buone;

- pulizia del piano di posa mediante molatura e/o bocciardatura per un perfetto ancoraggio, con resina epossidica, degli elementi prefabbricati del giunto con la soletta; lavaggio delle superfici, soffiatura con aria compressa;

- posa in opera degli elementi che formano il giunto costituiti da:

- tubi di drenaggio per la raccolta delle acque drenate dalla pavimentazione rivestiti con tessuto non tessuto da porre in opera a monte ed a valle del giunto e relativi scarichi attraverso lo spessore della soletta;

- scossalina di drenaggio in guaina in neoprene dello spessore di 3 mm, armata con non tessuto e rivestita superiormente con lamina di alluminio, interessante il giunto per una profondità di 10 cm, con risvolti orizzontali pari a 15 cm cadauno saldati a fiamma all'impalcato ed alla soletta di ripartizione dei carichi previa la posa in opera a fiamma di paraspigoli in guaina bituminosa di sviluppo pari a 25 cm cadauno se espressamente ordinato dalla Direzione Lavori in fase esecutiva; in corrispondenza del marciapiede i risvolti del giunto dovranno essere saldati sul paramento verticale dello stesso fino a raggiungere la quota del piano di calpestio; la scossalina dovrà proseguire sino all'esterno dei marciapiedi;

- livellamento e riporto in quota con getto di malta reoplastica vibrorinforzata avente funzione di cuscinetto tra la soletta e l'intradosso della struttura formante il giunto vero e proprio, al fine di ottenere un piano di posa finito inferiore dello spessore del giunto, fornitura e posa della gabbia di armatura del getto di malta, l'ancoraggio della gabbia alla soletta eseguito secondo le indicazioni della DL;

- sistema di ancoraggio\supporto realizzato tramite barre filettate (tirafondi) in acciaio inox a dadi serrati con chiave dinamometrica. I fori delle testate delle solette saranno riempiti con resine di ancoraggio sino a 40-50 mm dal bordo;

- una parte superiore attiva costituita da elementi in neoprene armato con piastre in acciaio vulcanizzate al neoprene stesso, incollati al cuscinetto sottostante con resina bicomponente, ovvero elementi metallici a pettine, il tutto come previsto negli elaborati di progetto;

- masselli di continuità giunto\pavimentazione con malta epossidica ad altissima resistenza all'abrasione ed alla compressione aventi spessore massimo di 140 mm e larghezza massima di 60 mm cadauno. Le asole delle mattonelle in neoprene armato dovranno essere sigillate mediante epossicatrame.

Per quel che riguarda marciapiedi o cordoli di coronamento il giunto di dilatazione ed impermeabilizzazione di superficie sarà realizzato in lamiera di alluminio con superficie striata antisdrucchiolo opportunamente sagomata e bullonata alla struttura mediante tasselli metallici.

## **ART. 9 - MALTE E CONGLOMERATI CEMENTIZI SEMPLICI ED ARMATI – CONGLOMERATI CEMENTIZI PRECOMPRESSI**

Tutte le opere in conglomerato cementizio semplice, armato ed armato precompresso saranno progettate ed eseguite in base alla Legge 05.11.1971 n. 1086 "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica" ed alle vigenti norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso

ed a struttura metallica previste dall'art. 21 della legge sopra citata, dal Decreto Ministeriale del 03.06.1968 riguardante le nuove norme di accettazione e modalità di prova dei cementi nonché a tutte le norme che potranno essere successivamente emanate dalle competenti autorità.

L'Impresa sarà tenuta a presentare per iscritto, prima dell'inizio dei getti, all'approvazione della Direzione dei Lavori, i calcoli di stabilità delle opere in conglomerato cementizio semplice ed armato ed armato precompresso.

### 9.1 CATEGORIE DI CALCESTRUZZO OMOGENEO E RESISTENZA CARATTERISTICA

I conglomerati cementizi in base alla loro resistenza caratteristica a compressione  $R_{ck}$  a 28 giorni di stagionatura, in accordo con la norma UNI EN 206, saranno suddivisi nelle sottoindicate tre categorie di calcestruzzo omogeneo confezionato con cemento tipo R425 e tipo R325; di detti due tipi la scelta sarà fatta dalla Direzione dei Lavori.

- 1<sup>a</sup> categoria:  $200 \text{ kg/cm}^2 \leq R_{ck} < 250 \text{ kg/cm}^2$  (da C16/20 a C20/25)

- 2<sup>a</sup> categoria:  $250 \text{ kg/cm}^2 \leq R_{ck} < 300 \text{ kg/cm}^2$  (da C20/25 a C25/30)

- 3<sup>a</sup> categoria:  $R_{ck} \geq 300 \text{ kg/cm}^2$  (da C 25/30 a C 35/45)

Il conglomerato delle varie opere d'arte o di parte di esse si considera omogeneo quando la miscela viene confezionata con componenti aventi essenzialmente le stesse caratteristiche di qualità le quali devono essere simili per ogni categoria di calcestruzzo.

Onde accertare che la resistenza caratteristica  $R_{ck}$  non sia inferiore a quella della categoria di calcestruzzo prescritta o richiesta dal progettista verrà effettuato il controllo di qualità del conglomerato articolato nelle seguenti fasi:

1. studio preliminare di qualificazione;
2. controllo di accettazione;
3. prove complementari.

Il controllo di accettazione è rappresentato da un minimo di tre prelievi, ciascuno dei quali eseguito su un massimo di  $100 \text{ m}^3$  di getto di miscela omogenea. Risulta quindi un controllo di accettazione ogni  $300 \text{ m}^3$  massimo di getto (controllo tipo A).

I provini saranno raggruppati seguendo l'ordine cronologico di prelievo e per tipologia di impiego del calcestruzzo che rappresentano.

Per ogni giorno di getto va comunque effettuato almeno un prelievo.

Se risultano  $R_1, R_2, R_3$  le tre resistenze di prelievo con  $R_1 < R_2 < R_3$  il controllo è positivo ed il quantitativo di conglomerato accettato se risultano verificate entrambe le disuguaglianze:

$$R_m \geq R_{ck} + 3,5 \text{ (MPa)}$$

$$R_1 \geq R_{ck} - 3,5 \text{ (MPa)}$$

in cui:

$$R_m = (R_1 + R_2 + R_3) / 3 \text{ (MPa)}.$$

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

Nelle costruzioni con più di  $1500 \text{ m}^3$  di miscela omogenea il Direttore dei Lavori potrà, a sua

discrezione, adottare il controllo di accettazione di tipo statistico previsto al punto 5.2 dell'allegato 2 del D.M. 09.01.1996 (controllo tipo B).

Un prelievo consiste nel prelevare, al momento del getto, il calcestruzzo necessario per la confezione di un gruppo di due provini. La media delle resistenze a compressione dei due provini di un prelievo rappresenta la resistenza di prelievo.

L'Appaltatore è responsabile del confezionamento e della conservazione dei provini cubici che dovrà avvenire secondo le norme vigenti e le disposizioni di volta in volta impartite dal Direttore dei Lavori.

Se una prescrizione del controllo di accettazione non dovesse risultare rispettata l'Appaltatore a proprie cure e spese dovrà far eseguire un controllo teorico e/o sperimentale della sicurezza della struttura interessata dal quantitativo di conglomerato non conforme, sulla base della resistenza ridotta del conglomerato, e/o procedere ad una verifica delle caratteristiche del conglomerato messo in opera mediante prove complementari ove esistessero, o con prelievo di provini del calcestruzzo messo in opera (esempio: carotaggi) o con l'impiego di altri mezzi d'indagine. Le relazioni sui controlli e sulle verifiche eseguite da tecnici abilitati e qualificati dovranno essere presentate al Direttore dei Lavori. Qualora non potessero essere eseguiti i controlli o le verifiche sopra indicate o se i risultati di tali indagini non dovessero fornire sufficienti garanzie di sicurezza, l'opera dovrà essere demolita oppure l'Appaltatore a proprie cure e spese dovrà proporre al Direttore dei Lavori, per l'approvazione, un progetto redatto da professionista abilitato di tutte le opere e lavori di consolidamento necessari per ripristinare tutte le condizioni di sicurezza e stabilità durante l'esercizio dell'opera e assicurare pertanto la collaudabilità della stessa. Comunque qualora l'opera, in base agli esiti dei controlli e delle verifiche effettuate ed al termine degli eventuali lavori di consolidamento approvati, fosse accettata dal Direttore dei Lavori malgrado le prescrizioni del controllo di accettazione non rispettate, l'opera stessa sarà dequalificata e la quantità di calcestruzzo omogeneo che non rispetta le prescrizioni del controllo di accettazione sarà pagata con il prezzo offerto per la classe di calcestruzzo contraddistinta dal valore di resistenza caratteristica  $R_{ck}$  immediatamente inferiore a quella rilevata nel controllo di accettazione, assunta pari al minimo dei seguenti due valori:

$$R_{ck} = R_m - 3,5 \text{ (MPa);}$$

$$R_{ck} = R_1 + 3,5 \text{ (MPa).}$$

Nel caso venisse impiegato il controllo tipo B, la resistenza caratteristica  $R_{ck}$  da assumere è pari al minimo dei seguenti due valori:

$$R_{ck} = R_m - 1,4 \times S \text{ (MPa) } S: \text{ scarto quadratico medio;}$$

$$R_{ck} = R_1 + 3,5 \text{ (MPa).}$$

Non saranno comunque accettati e contabilizzati calcestruzzi per opere in c.a. aventi  $R_{ck} < 15$  (MPa).

Il Direttore dei Lavori potrà far eseguire verifiche di resistenza su provini a 3 e a 7 giorni di stagionatura al fine di poter valutare la possibile resistenza caratteristica a 28 giorni di stagionatura ( $R_{ck}$ ).

## 9.2 CONSISTENZA DEI CALCESTRUZZI

Allo scopo di avere un rapido controllo della quantità di acqua e della lavorabilità verrà determinato il valore della consistenza con un consistometro (cono di Abrams); per i calcestruzzi ordinari vibrati, il cedimento (slump) non deve superare i 4 cm (S1, UNI 9.417) prima dell'aggiunta dell'additivo superfluidificante e deve invece essere di 15–20 cm (S4) dopo l'introduzione dell'additivo superfluidificante. La consistenza dovrà essere continuamente riscontrata durante il lavoro.

### 9.3 CONFEZIONE, TRASPORTO E POSA IN OPERA DEI CALCESTRUZZI

La confezione dei calcestruzzi dovrà essere eseguita con impianti automatici e gli impasti dovranno essere preparati solamente nella quantità necessaria per l'impiego immediato. I residui di impasti non immediatamente impiegati dovranno essere gettati a rifiuto.

Il trasporto del calcestruzzo, dall'impianto di betonaggio al luogo d'impiego, ed il suo scarico, dovrà essere effettuato con mezzi idonei al fine di evitare la possibilità di segregazione dei singoli componenti e comunque tali da evitare ogni possibilità di deterioramento del calcestruzzo medesimo.

Ogni carico di calcestruzzo dovrà essere accompagnato da un documento di trasporto sul quale saranno indicati:

- numero di serie;
- denominazione dell'impianto di betonaggio;
- identificazione dell'autobetoniera;
- nome del cliente;
- denominazione ed indirizzo del cantiere;
- la data e le ore di carico, arrivo in cantiere, e di inizio/fine scarico;
- quantità (m<sup>3</sup>) di calcestruzzo fornito;
- la classe di resistenza;
- la classe di esposizione ambientale;
- la classe di consistenza;
- un codice che identifichi la ricetta usata per il confezionamento;
- la dimensione massima dell'aggregato;
- il tipo, la classe e il contenuto di cemento;
- il rapporto a/c;
- il dosaggio ed il tipo di eventuali additivi da aggiungere in cantiere.

A richiesta, il personale dell'Appaltatore dovrà esibire detti documenti ed eventualmente fornirli in copia agli incaricati del Direttore dei Lavori. L'Appaltatore dovrà tenere idonea documentazione in base alla quale sia possibile individuare il punto della struttura cui ciascun carico è stato destinato.

La posa in opera del calcestruzzo sarà eseguita dopo aver preparato accuratamente le casseforme, gli scavi da riempire ed i piani di posa e dopo aver posizionato le armature metalliche. Nel caso di getti contro terra, roccia, ecc., la pulizia del sottofondo, il posizionamento di eventuali drenaggi, la stesura di materiale isolante o di collegamento, sono eseguiti in conformità alle disposizioni degli elaborati progettuali.

L'Appaltatore potrà adottare per la cassetta il sistema, i materiali ed i mezzi che riterrà più idonei o di sua convenienza, fatte salve eventuali prescrizioni contenute negli elaborati progettuali, purché soddisfino le condizioni di stabilità e di sicurezza, curando la perfetta riuscita dei particolari costruttivi.

Tutti gli spigoli in vista dovranno essere realizzati con uno smusso a 45° e di larghezza pari a 2 cm.

Le cassette dovranno essere ricoperte con idoneo disarmante antiadesivo.

**I getti, che dovranno risultare perfettamente conformi ai particolari costruttivi di progetto, potranno essere iniziati solo dopo la verifica delle casseforme, degli scavi e delle armature metalliche da parte del Direttore dei Lavori.** Si avrà cura che in nessun caso si verifichino cedimenti dei piani di appoggio e delle pareti di contenimento.

Di norma i getti dovranno essere eseguiti senza soluzione di continuità, in modo da evitare ogni ripresa. Dovranno essere definiti i tempi massimi di ricopertura dei vari strati successivi, così da consentire l'adeguata rifluidificazione ed omogeneizzazione della massa di calcestruzzo per mezzo di vibrazione. Nel caso ciò non fosse possibile, prima di poter effettuare la ripresa, la superficie del calcestruzzo indurito dovrà essere accuratamente pulita, lavata, spazzolata e scalfita fino a diventare sufficientemente rugosa, così da garantire una perfetta aderenza con il getto successivo; ciò potrà essere ottenuto anche mediante l'impiego di additivi ritardanti o di speciali adesivi per riprese di getto.

Tra le successive riprese di getto, su superfici a vista, si dovranno in ogni caso prevedere appositi scuretti di sezione rettangolare (1x1 cm).

Lo scarico del conglomerato dal mezzo di trasporto dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione. A questo scopo il conglomerato dovrà cadere verticalmente al centro della cassaforma e sarà steso in strati orizzontali di spessore limitato e comunque non superiore a 50 cm ottenuti dopo la compattazione.

L'altezza di caduta libera del calcestruzzo fresco, misurata dall'uscita dello scivolo o dalla bocca del tubo convogliatore, non dovrà superare 1,00 m.

Gli apparecchi, i tempi e le modalità per la vibrazione saranno quelli necessari a raggiungere la compattazione ottimale delle miscele. La vibrazione del calcestruzzo deve proseguire fino a che praticamente cessi la fuoriuscita di bolle d'aria, ma senza provocare segregazione.

Quando la temperatura dell'aria è inferiore a +5 °C valgono le disposizioni e prescrizioni della Norma UNI 8.981 parte 4°. La posa in opera del calcestruzzo dovrà essere sospesa nel caso che la temperatura dell'impasto scenda al di sotto di +5°C. Prima del getto ci si dovrà assicurare che tutte le superfici a contatto del calcestruzzo siano a temperatura di +5 °C.

La neve e il ghiaccio, se presenti, dovranno essere rimossi, dai casseri, dalle armature e dal sottofondo: per evitare il congelamento tale operazione dovrebbe essere eseguita immediatamente prima del getto.

I getti all'esterno dovranno essere sospesi se la temperatura dell'aria è minore di -5 °C. Durante le operazioni di getto la temperatura dell'impasto non dovrà superare i 35 °C, tale limite potrà essere convenientemente abbassato per getti massivi.

Per ritardare la presa del cemento e facilitare la posa e la finitura del calcestruzzo potranno essere impiegati additivi ritardanti, o fluidificanti ritardanti di presa, conformi alle norme UNI EN 934 preventivamente testati durante la fase di qualifica delle miscele.

I metodi di stagionatura e protezione adottati e la loro durata dovranno essere tali da garantire la prescritta resistenza del calcestruzzo e la sua durabilità.

Durante il periodo di stagionatura protetta sarà necessario mantenere le superfici dei getti ad una umidità relativa superiore al 95% evitando nel contempo che essi subiscano urti, vibrazioni, e sollecitazioni di ogni genere.

Le durate, in giorni, di stagionatura protetta per conseguire una adeguata impermeabilità della zona corticale delle strutture sono riportati nella seguente tabella:

<b>Velocità di sviluppo della resistenza del calcestruzzo</b>	<b>Rapido</b>	<b>Medio</b>	<b>Lento</b>
Temperatura del calcestruzzo (°C)	5 10 15	5 10 15	5 10 15
Condizioni ambientali durante la stagionatura:	<b>Giorni di stagionatura protetta</b>		

Non esposto ad insolazione diretta, UR <sup>3</sup> 80%	2	2	1	3	3	2	3	3	2
Insolazione o vento medi, UR <sup>3</sup> 50%	4	3	2	6	4	3	8	5	4
Insolazione o vento intensa, UR £ 50%	4	3	2	8	6	5	10	8	5

La velocità di sviluppo della resistenza del calcestruzzo può essere desunta dalla seguente tabella:

Velocità di sviluppo della resistenza	Rapporto a/c	Classe del cemento
Rapida	< 0,5	42,5 R
Media	0,5 – 0,6	42,5 R
	< 0,5	32,5 – 42,5 R
Lenta	In tutti gli altri casi	

Le durate di stagionatura sopra riportate dovranno essere adeguatamente aumentate nel caso in cui il calcestruzzo sia esposto a severe condizioni di abrasione o per condizioni ambientali particolarmente gravose.

Il metodo di stagionatura prescelto dovrà assicurare che le variazioni termiche differenziali non provochino fessure tali da compromettere le caratteristiche del calcestruzzo indurito.

Per limitare le tensioni di origine termica, la differenza massima di temperatura tra il centro e la superficie del getto, non deve superare i 20 °C. Gradienti termici inferiori potranno essere specificati negli elaborati di progetto.

La rimozione delle armature di sostegno dei getti potrà essere effettuata quando siano state raggiunte le resistenze prescritte.

Subito dopo il disarmo si dovranno prendere gli accorgimenti necessari in modo da impedire l'evaporazione dell'acqua contenuta nel conglomerato e quindi il rapido essiccamento della sua superficie.

Le superfici esterne di calcestruzzo dovranno presentarsi lisce, compatte, omogenee, perfettamente regolari ed esenti da macchie o chiazze. Le eventuali irregolarità o sbavature dovranno essere asportate e i punti incidentalmente difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta fine di cemento immediatamente dopo il disarmo.

Eventuali ferri (filo, chiodo, reggette) che, con funzione di legatura di collegamento casseri od altro, dovessero sporgere dai getti finiti, dovranno essere tagliati almeno 0,5 cm sotto la superficie finita, e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati. Queste prestazioni non saranno oggetto in nessun caso di compensi a parte.

Non dovranno aversi comunque distacchi o discontinuità o differenze; in caso contrario l'Appaltatore dovrà provvedere ad applicare adeguati trattamenti superficiali traspiranti al vapore d'acqua.

Nelle strutture impermeabili dovrà essere garantita la tenuta all'acqua con idonei dispositivi sia per i giunti di costruzione, sia per le eventuali riprese di getto, sia per l'impermeabilizzazione delle fessurazioni da ritiro.

#### 9.4 PROVE E CONTROLLI SUI CALCESTRUZZI E SUGLI ACCIAI D'ARMATURA

In linea di massima i controlli in corso di lavorazione saranno i seguenti:

- controllo dell'acqua contenuta nel calcestruzzo e della lavorabilità dello stesso con la prova del consistometro;
- controllo della categoria del calcestruzzo e del tipo di cemento mediante provini in cubetti da provare a compressione;
- controllo, prima della messa in opera, delle tensioni di snervamento ( $f_y$  o  $f_{(0,2)}$ ) e rottura ( $f_t$ ), degli allungamenti percentuali, del comportamento a piegamento degli acciai per calcestruzzi armati mediante prelievi di campioni da sottoporre a prove di laboratorio.

#### 9.5 ARMATURA DEL CALCESTRUZZO

I ferri di armatura del calcestruzzo dovranno essere esattamente delle dimensioni e posizionati, prima del getto, come indicato nei disegni esecutivi o come ordinato dal Direttore dei Lavori; detta sistemazione dovrà essere sempre mantenuta con cura durante tutte le fasi del getto. Qualora avvenissero, durante il getto, spostamenti delle armature, il getto stesso dovrà essere immediatamente sospeso affinché le armature siano riportate nelle posizioni prescritte od ordinate.

In particolare, di norma, il **copriferro** dovrà essere previsto in progetto di **cm 3** che dovrà poi essere tassativamente rispettato per ogni ferro mediante l'apposizione di un opportuno numero di distanziatori in plastica o in calcestruzzo con esclusione di quelli in ferro o in legno.

**I ferri di armatura dovranno essere sempre collegati fra loro a mezzo di legature efficienti eseguite con filo di ferro ricotto e serrate con appositi attrezzi; le saldature saranno ammesse solo se consentito caso per caso dal Direttore dei Lavori.**

Ove non diversamente specificato, le sovrapposizioni longitudinali delle barre dovranno avere una lunghezza non inferiore a 50 volte il diametro delle barre.

**Non si potrà, sotto pena di demolire quanto costruito, dar corso al getto prima che il Direttore dei Lavori abbia verificato e accettato le armature rimanendo, comunque, sempre l'Appaltatore l'unico responsabile della corrispondenza delle armature ai disegni esecutivi di progetto.**

#### 9.6 SABBIAIATURA DELLE SUPERFICI

La pulizia delle superfici di calcestruzzo dovrà essere eseguita mediante sabbaiatura a secco con inerti silicei di opportuna granulometria. Dovranno essere rimosse tutte le parti friabili fino a riportare a vivo le superfici sane e compatte del calcestruzzo e le superfici delle armature metalliche difettosamente ricoperte. La pulizia delle armature metalliche dovrà essere del grado Sa 2 (secondo le norme Svensk Standard SIS 055900).

#### 9.7 RICOSTRUZIONE DELLE SUPERFICI AMMALORATE DEI CALCESTRUZZI

La ricostruzione del calcestruzzo demolito o mancante verrà eseguita mediante l'impiego di malta pronta autoportante, senza aggiunta di inerti. Il quantitativo di acqua deve essere tenuto il più basso possibile compatibilmente con l'ottenimento di un impasto ben lavorabile e secondo le indicazioni desumibili dalla scheda tecnica del prodotto utilizzato. Prima della stesa della malta le superfici di calcestruzzo da ricostruire dovranno essere bagnate con acqua fino a saturazione.

Per spessori superiori a 3 cm nello strato di malta deve essere inserita una rete elettrosaldata costituita da fili F 1 mm, con maglia 25x25 mm, opportunamente fissata, con chiodatura, al supporto sano.

## ART. 10 – CONFEZIONE, TRASPORTO E POSA IN OPERA DI CONGLOMERATI BITUMINOSI TRADIZIONALI

### 10.1 CONGLOMERATI BITUMINOSI PER STRATI DI BASE (MISTE BITUMATE) CON L'UTILIZZO DI BITUMI NORMALI

L'inerte utilizzato per misto bitumato su strade classificate come "L" o "M" dovrà presentare una curva granulometrica avente un andamento continuo, uniforme e parallelo alle curve limiti ed inoltre dovrà essere compresa fra i limiti prescritti sottoindicati:

- passante al setaccio ISO 565	40 mm	100%
- " " " "	25,4 mm	75-100%
- " " " "	20 mm	65-90%
- " " " "	12,5 mm	50-75%
- " " " "	10 mm	45-70%
- " " " "	6,3 mm	40-60%
- " " " "	4 mm	35-50%
- " " " "	2 mm	25-40%
- " " " "	0,5 mm	10-20%
- " " " "	0,125 mm	6-13%
- " " " "	0,063 mm	4-8%

La percentuale di bitume è prescritta fra il 4% ed il 5%.

L'inerte utilizzato per misto bitumato su strade classificate come "P" o "PP" dovrà presentare una curva granulometrica avente un andamento continuo, uniforme e parallelo alle curve limiti ed inoltre dovrà essere compresa fra i limiti prescritti sottoindicati:

- passante al setaccio ISO 565	40 mm	100%
- " " " "	31,5 mm	80-100%
- " " " "	25,4 mm	70-95%
- " " " "	16 mm	45-70%
- " " " "	10 mm	35-60%
- " " " "	5 mm	25-50%
- " " setaccio "	2 mm	20-40%
- " " " "	0,5 mm	6-20%

-	"	"	"	"	0,125 mm	6-14%
-	"	"	"	"	0,063 mm	4-8%

La percentuale di bitume è prescritta fra il 3,5% ed il 4,5%.

Con l'eccezione per la quantità di filler, che dovrà comunque essere compresa nei limiti prescritti, per spessori soffici uguali o inferiori ai 7 cm la curva granulometrica dovrà essere prossima e parallela alla curva limite superiore mentre per spessori soffici uguali o superiori a 7,5 cm la curva dovrà essere prossima e parallela alla curva limite inferiore.

Tutte le percentuali sono riferite al peso della miscela.

I bitumi solidi da usarsi dovranno essere del tipo 50/70.

La Direzione dei Lavori potrà, per iscritto, consentire o richiedere, in determinate stagioni o in casi particolari, che si usi il bitume solido di altro tipo.

Nel caso di strade di tipo "P" o "PP", stabilita da parte dell'Impresa la curva granulometrica all'interno delle prescrizioni indicate, prima dell'inizio dei lavori potrebbe essere richiesto uno studio di ottimizzazione presso un laboratorio accreditato di fiducia dell'Ente appaltante con spesa a carico dell'Appaltatore. In tal caso questo verrà redatto per mezzo del metodo Marshall basato sul comportamento a compressione, di cui alla pubblicazione "Mix Design Methods for Asphalt Concrete and Other Hot-mix Types" (MS-2) dello Asphalt Institute U.S.A., con l'avvertenza che attualmente il metodo in questione viene vantaggiosamente integrato con la valutazione del comportamento a trazione indiretta /CNR B.U.n°134\91).

La miscela in tutti i casi dovrà contenere un attivante di adesione nella percentuale compresa tra il 0,3% e il 0,6% sul peso del bitume con caratteristiche di cui all'art.1H)e) del presente Capitolato in modo che vengano rispettate tutte prescrizioni previste all'art.1H)f) del presente Capitolato.

## 10.2 CONGLOMERATI BITUMINOSI PER STRATI DI COLLEGAMENTO (BINDER) CON L'UTILIZZO DI BITUMI NORMALI

L'inerte del conglomerato bituminoso per strati di collegamento, che sarà costituito da pietrischi, pietrischetti, graniglia, sabbia e filler, su strade classificate come "L" o "M" dovrà presentare una curva granulometrica avente un andamento continuo uniforme e parallelo alle curve limite ed inoltre dovrà essere compresa fra i limiti prescritti sottoindicati:

-	passante al setaccio ISO 565	25,4 mm	100%		
-	"	"	"	20 mm	80-100%
-	"	"	"	12,5 mm	65-85%
-	"	"	"	10 mm	60-80%
-	"	"	"	6,3 mm	52-72%
-	"	"	"	4 mm	45-65%
-	"	"	"	2 mm	35-50%

-	"	"	"	"	0,5 mm	15-25%
-	"	"	"	"	0,125 mm	9-17%
-	"	"	"	"	0,063 mm	5-10%

La percentuale di bitume è prescritta fra il 4,5% ed il 5,5%.

L'inerte utilizzato per binder su strade classificate come "P" o "PP" dovrà presentare una curva granulometrica avente un andamento continuo, uniforme e parallelo alle curve limiti ed inoltre dovrà essere compresa fra i limiti prescritti sottoindicati:

-	passante al setaccio ISO 565	25,4 mm	100%			
-	"	"	"	16 mm	65-100%	
-	"	"	"	10 mm	50-80%	
-	"	"	"	4 mm	30-60%	
-	"	"	setaccio	"	2 mm	20-45%
-	"	"	"	"	0,5 mm	7-25%
-	"	"	"	"	0,125 mm	5-15%
-	"	"	"	"	0,063 mm	4-8%

La percentuale di bitume è prescritta fra il 4,4% ed il 5,6%.

Con l'eccezione per la quantità di filler, che dovrà comunque essere compresa nei limiti prescritti, per spessori soffici di cm 4 e cm 5 la curva granulometrica dovrà essere prossima e parallela alla curva limite superiore mentre per spessori di cm 6 e cm 7 la curva granulometrica dovrà essere prossima e parallela alla curva limite inferiore.

Tutte le percentuali sono riferite al peso della miscela.

I bitumi solidi da usarsi dovranno essere del tipo 50/70.

La Direzione dei Lavori potrà, per iscritto, consentire o richiedere, in determinate stagioni o in casi particolari, che si usi il bitume solido di altro tipo.

Nel caso di strade di tipo "P" o "PP", stabilita da parte dell'Impresa la curva granulometrica all'interno delle prescrizioni indicate, prima dell'inizio dei lavori potrebbe essere richiesto uno studio di ottimizzazione presso un laboratorio accreditato di fiducia dell'Ente appaltante con spesa a carico dell'Appaltatore. In tal caso questo verrà redatto per mezzo del metodo Marshall basato sul comportamento a compressione, di cui alla pubblicazione "Mix Design Methods for Asphalt Concrete and Other Hot-mix Types" (MS-2) dello Asphalt Institute U.S.A., con l'avvertenza che attualmente il metodo in questione viene vantaggiosamente integrato con la valutazione del comportamento a trazione indiretta /CNR B.U.n°134\91).

La miscela in tutti i casi dovrà contenere un attivante di adesione nella percentuale compresa tra il 0,3% e il 0,6% sul peso del bitume con caratteristiche di cui all'art.8D)d) del presente Capitolato in modo che vengano rispettate tutte prescrizioni previste all'art.8 del

presente Capitolato.

### 10.3 CONGLOMERATI BITUMINOSI PER MANTI D'USURA CON L'UTILIZZO DI BITUMI NORMALI

L'inerte del conglomerato bituminoso del manto d'usura, che sarà costituito da pietrischetti, graniglie, sabbia e filler, su strade classificate come "L" o "M" dovrà presentare una curva granulometrica avente un andamento continuo uniforme e parallelo alle curve limiti ed inoltre dovrà essere compresa fra i limiti prescritti sottoindicati:

- passante al setaccio ISO 565	12,5 mm	100%
- " " " "	10 mm	85-100%
- " " " "	6,3 mm	72-89%
- " " " "	4 mm	65-80%
- " " " "	2 mm	50-65%
- " " " "	0,5 mm	25-35%
- " " " "	0,125 mm	12-22%
- " " " "	0,063 mm	6-12%

La percentuale di bitume è prescritta fra il 5,5% ed il 6,5%.

L'inerte utilizzato per manto d'usura su strade classificate come "P" o "PP" dovrà presentare una curva granulometrica avente un andamento continuo, uniforme e parallelo alle curve limiti ed inoltre dovrà essere compresa fra i limiti prescritti sottoindicati:

- passante al setaccio ISO 565	16 mm	100%
- " " " "	10 mm	70-100%
- " " " "	4 mm	43-67%
- " " " "	2 mm	25-45%
- " " " "	0,5 mm	12-24%
- " " " "	0,125 mm	7-15%
- " " " "	0,063 mm	6-11%

La percentuale di bitume è prescritta fra il 4,5% ed il 6,0%.

Tutte le percentuali sono riferite al peso della miscela.

Con l'eccezione per la quantità di filler, che dovrà comunque essere compresa nei limiti prescritti, per spessori compresi di cm 2 e cm 2,5 la curva granulometrica dovrà essere prossima e parallela alla curva limite superiore mentre per spessori compresi di cm 3 e cm 3,5 la curva granulometrica dovrà essere prossima e parallela alla curva limite inferiore.

I bitumi solidi da usarsi dovranno essere del tipo 50/70.

La Direzione dei Lavori potrà, per iscritto, consentire o richiedere, in determinate stagioni o in casi particolari, che si usi il bitume solido di altro tipo.

Nel caso di strade di tipo "P" o "PP", stabilita da parte dell'Impresa la curva granulometrica all'interno delle prescrizioni indicate, prima dell'inizio dei lavori potrebbe essere richiesto uno studio di ottimizzazione presso un laboratorio accreditato di fiducia dell'Ente appaltante con spesa a carico dell'Appaltatore. In tal caso questo verrà redatto per mezzo del metodo Marshall basato sul comportamento a compressione, di cui alla pubblicazione "Mix Design Methods for Asphalt Concrete and Other Hot-mix Types" (MS-2) dello Asphalt Institute U.S.A., con l'avvertenza che attualmente il metodo in questione viene vantaggiosamente integrato con la valutazione del comportamento a trazione indiretta /CNR B.U.n°134\91).

La miscela in tutti i casi dovrà contenere un attivante di adesione nella percentuale compresa tra il 0,3% e il 0,6% sul peso del bitume con caratteristiche di cui all'art.1.H)e) del presente Capitolato in modo che vengano rispettate tutte prescrizioni previste all'art.1.H)f) del presente Capitolato.

#### **10.4 CONFEZIONE DEGLI IMPASTI**

Gli impasti dei conglomerati bituminosi preparati per strati di base, di collegamento e di usura saranno eseguiti a mezzo di impianti fissi approvati dalla Direzione dei Lavori.

Al fine di garantire l'uniformità delle caratteristiche fisiche e meccaniche delle miscele, la totalità del materiale da impiegare per ogni tronco di strada oggetto del presente appalto dovrà essere fornita dal medesimo impianto.

In particolare si dovrà provvedere al preventivo essiccamento e riscaldamento degli aggregati in un essiccatore a tamburo provvisto di ventilatore per l'aspirazione della polvere.

Gli aggregati dovranno essere riscaldati a temperatura compresa fra 140 e 160 °C, il bitume dovrà essere riscaldato a temperatura compresa fra i 150 e 180 °C.

Si dovrà evitare di prolungare il riscaldamento per un tempo maggiore di quello strettamente necessario; il riscaldamento e tutte le operazioni eseguite con materiale riscaldato dovranno essere in ogni caso condotte in modo da alterare il meno possibile le caratteristiche del legante la cui penetrazione all'atto della posa in opera non dovrà risultare comunque diminuita di oltre il 20% rispetto a quella originaria.

La dosatura di tutti i componenti dovrà essere eseguita a peso.

Gli impianti dovranno essere muniti di miscelatori efficienti capaci di assicurare la regolarità e l'uniformità delle miscele.

#### **10.5 TRASPORTO E POSA IN OPERA**

Il trasporto dall'impianto di confezionamento al cantiere di stesa e lo scarico dei materiali bituminosi dovrà essere eseguito in modo da evitare l'alterazione della regolarità e dell'uniformità delle miscele.

Durante il trasporto il materiale bituminoso dovrà essere protetto da teloni per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e la formazione di crostoni.

La stesa dei materiali bituminosi sarà preceduta da un trattamento preliminare generale con emulsione bituminosa di ancoraggio, previa pulizia della carreggiata. La posa in opera del materiale dovrà essere eseguita mediante vibrofinitrici meccaniche di tipo idoneo approvate dalla Direzione dei Lavori.

Il materiale all'atto della stesa a valle della vibrofinitrice dovrà avere sempre una temperatura non inferiore a 130 °C se si utilizzano conglomerati bituminosi tradizionali.

Le vibrofinitrici dovranno essere semoventi e munite di un sistema di distribuzione in senso longitudinale e trasversale, capace di assicurare il mantenimento della uniformità dell'impasto ed un identico grado di assestamento in ogni punto dello strato steso. Durante il funzionamento della vibrofinitrice dovranno essere sempre funzionanti i meccanismi di vibrazione e di compattazione del materiale ed inoltre la macchina vibrofinitrice dovrà comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessure, ondulazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi. La vibrofinitrice dovrà consentire la stesa dello strato nello spessore stabilito compensando eventualmente le irregolarità della superficie sottostante.

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possano pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro (in caso di pioggia o temperatura dell'aria inferiore a 5°C). In tali situazioni gli strati eventualmente compromessi posati senza la preventiva autorizzazione della Direzione Lavori dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a cura e spese dell'Impresa. Non sarà in ogni caso computato per il compenso il materiale posato non autorizzato.

La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare non appena terminata la stesa della vibrofinitrice e portata a termine con continuità.

Si dovranno usare compressori a rapida inversione di marcia del peso di 8-10 t e 6-8 t. Per evitare l'adesione del materiale caldo alle ruote del rullo si provvederà ad irrorare queste ultime con acqua. La cilindatura dovrà essere iniziata dai bordi della carreggiata procedendo poi verso la mezzeria. I primi passaggi saranno particolarmente cauti per evitare il pericolo di ondulazioni e fessurazioni del materiale bituminoso. Il moto dovrà essere continuo, senza strappi o accelerazioni. Gli spostamenti diagonali e le soste andranno eseguiti lontano dalla finitrice, sul manto già freddo, per evitare impronte che possano diventare permanenti e rovinare la regolarità superficiale del manto. Occorrerà lavorare bene nei pressi della finitrice quando il materiale è ancora caldo; ogni passaggio dovrà essere sovrapposto per metà al precedente.

La cilindatura dovrà essere continuata fino ad ottenere un sicuro costipamento; al termine della cilindatura il grado di costipamento in opera dovrà essere <sup>3</sup>97% di quello ottenuto mediante la prova Marshall. Ciò si potrà verificare mettendo in relazione il peso specifico di assaggi a carotaggio eseguiti in corso d'opera con il risultato della prova relativa alla determinazione della massa volumica apparente dei provini Marshall.

Tutti gli orli ed i margini comunque limitanti la pavimentazione ed i suoi singoli tratti (come i giunti in corrispondenza alle riprese di lavoro, ai cordoli laterali, alle bocchette dei servizi sotterranei, ecc.) dovranno essere spalmati con uno strato di bitume, prima di stendervi i materiali bituminosi, allo scopo di assicurare la perfetta impermeabilità ed adesione delle parti.

A lavoro finito i materiali bituminosi dovranno presentare in ogni punto superficie regolarissima e perfettamente corrispondente alla sagoma di progetto o prescritta dalla Direzione dei Lavori; non vi dovranno essere in alcun punto ondulazioni o irregolarità; un'asta rettilinea della lunghezza di 4 m, appoggiata sulla pavimentazione nel senso parallelo all'asse stradale, dovrà aderirvi con continuità e solo in qualche punto sarà tollerato uno scostamento, comunque non superiore a 4 mm.

Lo strato in conglomerato bituminoso, a lavoro compiuto, dovrà essere opportunamente rifinito ai suoi margini in modo da ottenere una linea perfettamente parallela all'asse stradale.

Nel caso dei manti d'usura questi dovranno possedere una elevata resistenza all'usura superficiale ed una sufficiente ruvidezza della superficie, tale da non renderla scivolosa. Per tali scopi a lavoro ultimato potrà essere verificato il seguente coefficiente di controllo:

- misura della macrorugosità superficiale con il sistema della altezza di sabbia HS (CNR B.U.n°94\83); dovrà risultare  $\geq 0,5$  mm;

#### **ART. 11 - CONGLOMERATI BITUMINOSI MODIFICATI**

a) Conglomerati bituminosi per strati di base (miste bitumate), di collegamento (binder) e di usura con l'utilizzo di bitumi modificati

L'inerte per conglomerati bituminosi tradizionali con l'utilizzo di bitumi modificati, che sarà costituito da pietrischetti, graniglie, sabbia e filler, dovrà presentare una curva granulometrica avente un andamento continuo uniforme e parallelo alle curve limite di riferimento di cui all'art.10 per le varie tipologie di strato e di traffico.

Il legante per strati di base dovrà essere costituito da bitume modificato con bassa modifica (tipo 1).

Il legante per strati di collegamento dovrà essere costituito da bitume modificato con media modifica (tipo 2).

Il legante per manti d'usura dovrà essere costituito da bitume modificato con elevata modifica (tipo 3)

Le percentuali di legante per ogni fuso granulometrico sono quelle indicate all'art.10; la D.L. si riserva la facoltà, per alcuni casi motivati, di richiedere all'Appaltatore, a sue spese presso un laboratorio accreditato di fiducia della Provincia, il preventivo studio di ottimizzazione con il metodo Marshall per quel che riguarda la percentuale ottima di legante, integrando l'usuale esame del comportamento a compressione con l'aggiunta della determinazione della resistenza a trazione indiretta. Tale studio è obbligatorio per quantità di conglomerati da posare superiori a 1000 t.

Il trasporto e la posa dei conglomerati bituminosi tradizionali con l'utilizzo di bitumi modificati avverranno con le attrezzature e le modalità tradizionali (con le prescrizioni quindi relative all'art.10), con l'avvertenza che il materiale appena steso dovrà avere una temperatura di almeno 150°C.

-

b) Conglomerati bituminosi per strati portanti con l'utilizzo di bitumi modificati

b.1) Conglomerati "anti-richiamo lesioni"

Si dovrà utilizzare in presenza di fessurazioni od altri ammaloramenti della sovrastruttura stradale provocati da scarsità di portanza, qualora la situazione non sia tale da intervenire con veri e propri strati portanti.

Si tratta di un conglomerato bituminoso "alveolare" ad alto contenuto di vuoti residui (15-20% dopo la compattazione in opera) che funge da strato "cuscinetto", i cui vuoti provocano la ripartizione e lo smorzamento delle sollecitazioni\deformazioni causate dalle lesioni concentrate

originarie.

Questo intervento potrà essere posto direttamente sullo strato d'usura fessurato oppure inserito a profondità limitata nella sovrastruttura stradale (previa parziale fresatura) a seconda delle scelte progettuali. Sarà ricoperto con due strati tradizionali (binder+usura eventualmente modificato).

Le caratteristiche degli inerti saranno quelle descritte all'art.2 per gli strati di base in mista bitumata.

Il fuso granulometrico dello strato "anti-richiamo lesioni" è il seguente:

- passante al setaccio ISO 565	16 mm	100%
- " " "	" 12,5 mm	50-100%
- " " "	" 10 mm	24-60%
- " " "	" 8 mm	18-40%
- " " "	" 6,3 mm	15-30%
- " " "	" 4 mm	12-24%
- " " "	" 2 mm	10-20%
- " " "	" 0,125 mm	5-11%
- " " "	" 0,063 mm	4-8%

Il legante utilizzato sarà un bitume modificato di tipo 2 (a media modifica) in modo che siano rispettate le caratteristiche enunciate all'art.2)

Per quel che riguarda la percentuale ottima di legante l'Appaltatore prima dell'inizio dei lavori, dichiarata la curva granulometrica che intende utilizzare, dovrà far eseguire a proprie spese presso un laboratorio accreditato di fiducia della Provincia il preventivo studio di ottimizzazione con il metodo Marshall, integrando l'usuale esame del comportamento a compressione con la prova a trazione indiretta.

La percentuale di bitume dovrà comunque essere non minore del 4% per curve prossime ai limiti inferiori dei fusi indicati e non superiore al 5% per curve prossime ai limiti superiori dei fusi indicati.

Tutte le percentuali sono riferita al peso della miscela.

Le modalità di produzione, stesa e rullatura sono le medesime di quelle descritte per i conglomerati bituminosi tradizionali (art.10) con l'avvertenza che si dovrà operare a temperature maggiori (incremento di 20°C) e che si dovrà dotare lo strato "alveolare" di una pendenza trasversale sufficiente (maggiore del 2%) a garantire il necessario drenaggio dell'acqua eventualmente filtrata.

Qualora si debba applicare il geotessile questo sarà preceduto da una mano di ancoraggio realizzata con emulsione bituminosa elastomerizzata e ricoperto da un'analogha applicazione superiore, ciò per garantire l'impermeabilità della geomembrana che, oltre ad impedire la penetrazione dell'acqua meteorica nel conglomerato "alveolare", dovrà svolgere

anche la funzione di isolamento termico.

La stesa del geotessile, eseguita con apposito trattore, sarà integrata con il passaggio di rulli gommati per assicurare la più uniforme aderenza al piano di posa e la più completa impregnazione del geotessile steso con l'emulsione bituminosa elastomerizzata della mano di ancoraggio.

#### b.2) Conglomerati "ad alto modulo complesso"

Questi conglomerati devono essere utilizzati come strati di base portanti (in alternativa a quelli in misto cementato) qualora le condizioni di portanza della sovrastruttura esistente si presentassero alquanto carenti.

Le caratteristiche degli aggregati lapidei saranno quelle descritte all'art.2 per gli strati di base in mista bitumata.

La curva granulometrica da impiegare, nella quale la quantità della sabbia di fiume non potrà superare il 20% in peso sul totale delle sabbie, dovrà essere compresa entro i seguenti limiti:

- passante al setaccio ISO 565	31,5 mm	100%
- " " " "	20 mm	80-100%
- " " " "	10 mm	60-80%
- " " " "	6,3 mm	55-70%
- " " " "	4 mm	48-65%
- " " setaccio "	2 mm	35-48%
- " " " "	0,5 mm	18-28%
- " " " "	0,125 mm	8-16%
- " " " "	0,063 mm	6-8%

Per spessori soffici maggiori o uguali di 10 cm la curva dovrà essere prossima al limite inferiore, per spessori soffici minori o uguali a 8 cm dovrà essere prossima a quello superiore.

Come legante sarà utilizzato bitume a media penetrazione (tipo 50\70) additivato con elastomeri anche a bassa modifica (tipo 1) con caratteristiche comunque tali affinché siano raggiunti contemporaneamente i requisiti minimi descritti all'art.2 sia relativi ai bitumi sia relativi alle miscele .

Per quel che riguarda la percentuale ottima di legante l'Appaltatore prima dell'inizio dei lavori, dichiarata la curva granulometrica che intende utilizzare, dovrà far eseguire a proprie spese presso un laboratorio accreditato di fiducia della Provincia il preventivo studio di ottimizzazione con il metodo Marshall, integrando l'usuale esame del comportamento a compressione con la prova a trazione indiretta e quella di deformazione (impronta) sotto carico statico.

La percentuale di bitume dovrà comunque essere non minore del 4% per curve prossime ai limiti inferiori del fuso indicato e non superiore al 6% per curve prossime ai limiti superiori del fuso indicato; ciò comunque al fine di assicurare una percentuale di vuoti residui in opera compresi tra 3% e 5%.

Il rapporto filler/bitume dovrà mantenersi tra 1,1 e 1,7.

Tutte le percentuali sono riferita al peso della miscela.

Per il confezionamento e la posa dei conglomerati "ad alto modulo" si possono utilizzare gli stessi impianti e le stesse attrezzature relative ai conglomerati tradizionali (art.10) operando a temperature più elevate di 15°C rispetto a quelle dei bitumi non modificati.

Il conglomerato dovrà essere posato a tali temperature per consentire un compattamento che assicuri un indice di vuoti residui in opera compresi tra 3% e 5% a garanzia delle caratteristiche meccaniche dello strato. Il costipamento dovrà essere effettuato appena dopo la stesa, poichè il raffreddamento del materiale potrebbe compromettere in modo irreversibile la riuscita del lavoro a regola d'arte. Tale compattazione dovrà essere realizzata possibilmente con rulli gommati di idoneo peso e caratteristiche tecnologiche e condotta a termine senza interruzione; il rullo a pneumatici dovrà essere carico per ruota superiore a 2t e carico totale a 18t.

Potrà essere utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche con peso minimo di 10 t solo per le operazioni di finitura superficiale dei giunti.

#### c) Conglomerati bituminosi modificati per manti antiskid

Questa tipologia di manto d'usura sarà utilizzata su tratti di strada nei quali il coefficiente di attrito trasversale del pneumatico deve essere massimizzato.

Per ottenere buoni risultati con l'applicazione di questo trattamento si dovranno osservare alcune indicazioni:

- utilizzare una dimensione massima dell'aggregato lapideo più grossa rispetto a quella usuale dei conglomerati chiusi per manti d'usura tradizionali così da aumentare la macrorugosità superficiale;

- impiegare gli inerti con diametro maggiore di 4 mm totalmente frantumati con microrugosità aspra-ruvida e buoni valori di resistenza all'abrasione ed al levigamento; l'aggregato grosso dovrà presentare un coefficiente LA $\epsilon$ 17 (tipico dei basalti e delle porfiriti) ed un coefficiente di levigabilità accelerata <sup>3</sup>0,42;

- utilizzare sabbie totalmente frantumate e pulite (granite);

- oltre alla necessaria regolarità superficiale si dovrà garantire un valore maggiore di macrorugosità (HS<sup>3</sup>0,7mm) e di resistenza all'attrito radente (<sup>3</sup>50 BPN).

La curva granulometrica dovrà essere di tipo semi-discontinuo ed essere compresa tra i limiti prescritti sottoindicati:

- passante al setaccio ISO 565 20 mm	100%
- " " " " 14 mm	80-100%

-	"	"	"	"	10 mm	62-78%
-	"	"	"	"	4 mm	35-50%
-	"	"	"	"	2 mm	25-35%
-	"	"	"	"	0,5 mm	10-16%
-	"	"	"	"	0,125 mm	7-12%
-	"	"	"	"	0,063 mm	6-10%

Con l'eccezione per la quantità di filler, che dovrà comunque essere compresa nei limiti prescritti, la curva inferiore sarà utilizzata per spessori soffici maggiori di 5 cm, quella superiore per spessori soffici minori o uguali di 4 cm.

Il legante dovrà essere costituito da bitume modificato con elevata modifica (tipo 3).

Per quel che riguarda la percentuale ottima di legante l'Appaltatore prima dell'inizio dei lavori, dichiarata la curva granulometrica che intende utilizzare, dovrà far eseguire a proprie spese presso un laboratorio accreditato di fiducia della Provincia il preventivo studio di ottimizzazione con il metodo Marshall, integrando l'usuale esame del comportamento a compressione con l'aggiunta della determinazione della resistenza a trazione indiretta e con il riesame dopo immersione in acqua, quest'ultima prova se richiesta dal committente.

La percentuale di bitume dovrà comunque essere non minore del 5,5% per curve prossime al limite inferiore del fuso indicato e non superiore al 7,5% per curve prossime al limite superiore del fuso indicato.

Tutte le percentuali sono riferita al peso della miscela.

Il trasporto e la posa del conglomerato bituminoso "antiskid" avverranno con le attrezzature e le modalità tradizionali (con le prescrizioni quindi relativi all'art.10), con l'avvertenza che il materiale appena steso dovrà avere una temperatura di almeno 150°C e che per l'applicazione di questi strati i rulli vibranti sono tassativamente vietati (provocano infatti una riduzione della macrorugosità).

#### d) Manti d'usura ad alto modulo

L'inerte per conglomerato bituminoso del tipo manto d'usura indurito ad alto modulo, che sarà costituito da pietrischetti, graniglie, sabbia e filler, dovrà presentare una curva granulometrica avente un andamento continuo uniforme e parallelo alle curve limiti ed inoltre dovrà essere compresa fra i limiti prescritti sottoindicati:

-	passante al setaccio ISO 565	12,5 mm	100%
-	"	"	"
-	"	10 mm	76-100%
-	"	"	"
-	"	6,3 mm	60-77%
-	"	"	"
-	"	4 mm	50-65%

-	"	"	"	"	2 mm	35-46%
-	"	"	"	"	0,5 mm	15-22%
-	"	"	"	"	0,125 mm	9-14%
-	"	"	"	"	0,063 mm	6-9%

Con l'eccezione per la quantità di filler, che dovrà comunque essere compresa nei limiti prescritti, per spessori compresi di cm 2 e cm 2,5 la curva granulometrica dovrà essere prossima e parallela alla curva limite superiore mentre per spessori compresi di cm 3 e cm 3,5 la curva granulometrica dovrà essere prossima e parallela alla curva limite inferiore.

Il legante dovrà essere costituito da bitume modificato con elevata modifica (tipo 3).

Per quel che riguarda la percentuale ottima di legante l'Appaltatore prima dell'inizio dei lavori, dichiarata la curva granulometrica che intende utilizzare, dovrà far eseguire a proprie spese presso un laboratorio accreditato di fiducia della Provincia il preventivo studio di ottimizzazione con il metodo Marshall, integrando l'usuale esame del comportamento a compressione con l'aggiunta della determinazione della resistenza a trazione indiretta e con il riesame dopo immersione in acqua, quest'ultima prova se richiesta dal committente.

La percentuale di bitume dovrà comunque essere non minore del 5,5% per curve prossime al limite inferiore del fuso indicato e non superiore al 7% per curve prossime al limite superiore del fuso indicato.

Tutte le percentuali sono riferita al peso della miscela.

Il trasporto e la posa del manto d'usura indurito ad alto modulo avverranno con le attrezzature e le modalità tradizionali (con le prescrizioni quindi relativi all'art.10), con l'avvertenza che il materiale appena steso dovrà avere una temperatura di almeno 150°C.

#### e) Manti d'usura "alleggeriti"

L'inerte per conglomerato bituminoso del tipo manto d'usura "alleggerito", che sarà costituito da pietrischetti, graniglie, argilla espansa strutturale, sabbia e filler, dovrà presentare una curva granulometrica avente un andamento continuo uniforme e parallelo alle curve limiti ed inoltre dovrà essere compresa fra i limiti prescritti sottoindicati:

-	passante al setaccio ISO 565	12,5 mm	100%
-	"	"	"
-	"	10 mm	85-100%
-	"	"	"
-	"	6,3 mm	60-82%
-	"	"	"
-	"	4 mm	50-65%
-	"	"	"
-	"	2 mm	35-47%
-	"	"	"
-	"	0,5 mm	15-22%
-	"	"	"
-	"	0,125 mm	9-14%

- " " " " " 0,063 mm 6-9%

Dovrà essere utilizzata argilla espansa 4-10 in quantità 8% in peso.

Con l'eccezione per la quantità di filler, che dovrà comunque essere compresa nei limiti prescritti, per spessori compresi di cm 2 e cm 2,5 la curva granulometrica dovrà essere prossima e parallela alla curva limite superiore mentre per spessori compresi di cm 3 e cm 3,5 la curva granulometrica dovrà essere prossima e parallela alla curva limite inferiore.

Il legante dovrà essere costituito da bitume modificato con elevata modifica (tipo 3).

Per quel che riguarda la percentuale ottima di legante l'Appaltatore prima dell'inizio dei lavori, dichiarata la curva granulometrica che intende utilizzare, dovrà far eseguire a proprie spese presso un laboratorio accreditato di fiducia della Provincia il preventivo studio di ottimizzazione con il metodo della pressa giratoria; in alternativa, ad esclusivo giudizio della Direzione Lavori, potrà essere utilizzato il metodo Marshall.

La percentuale di bitume dovrà comunque essere non minore del 6% per curve prossime al limite inferiore del fuso indicato e non superiore al 8% per curve prossime al limite superiore del fuso indicato.

Tutte le percentuali sono riferita al peso della miscela.

Il trasporto e la posa del manto d'usura "alleggerito" avverranno con le attrezzature e le modalità tradizionali (con le prescrizioni quindi relativi all'art.10), con l'avvertenza che il materiale appena steso dovrà avere una temperatura di almeno 150°C.

## **ART. 12 - CONGLOMERATI BITUMINOSI A BASSA TEMPERATURA**

Queste miscele uniscono ottimi requisiti prestazionali ad una temperatura di stesa relativamente bassa; attraverso l'aggiunta all'impianto di additivi inorganici o, alternativamente, attraverso l'aggiunta all'impianto di cere ovvero paraffine, si riesce infatti a produrre, con le stesse qualità prestazionali del conglomerato tradizionale, conglomerato bituminoso cosiddetto "tiepido" e cioè prodotto e posato a temperature di circa 30-40 °C inferiori rispetto al tradizionale.

Conglomerati bituminosi a bassa temperatura per strati di base "ad alto modulo complesso"

Questi conglomerati devono essere utilizzati come strati di base portanti qualora le condizioni di portanza della sovrastruttura esistente si presentassero alquanto carenti.

Le caratteristiche degli aggregati lapidei saranno quelle descritte all'art.2 per gli strati di base in mista bitumata.

La curva granulometrica da impiegare, nella quale la quantità della sabbia di fiume non potrà superare il 20% in peso sul totale delle sabbie, dovrà essere compresa entro i seguenti limiti:

- passante al setaccio ISO 565 31,5 mm 100%  
- " " " " 20 mm 80-100%

-	"	"	"	"	10 mm	60-80%
-	"	"	"	"	6,3 mm	55-70%
-	"	"	"	"	4 mm	48-65%
-	"	"	setaccio	"	2 mm	35-48%
-	"	"	"	"	0,5 mm	18-28%
-	"	"	"	"	0,125 mm	8-16%
-	"	"	"	"	0,063 mm	6-8%

Per spessori soffici maggiori o uguali di 10 cm la curva dovrà essere prossima al limite inferiore, per spessori soffici minori o uguali a 8 cm dovrà essere prossima a quello superiore.

Come legante sarà utilizzato bitume a media penetrazione (tipo 50\70) additivato con elastomeri anche a bassa modifica (tipo 1) con caratteristiche comunque tali affinché siano raggiunti contemporaneamente i requisiti minimi descritti all'art.2 sia relativi ai bitumi sia relativi alle miscele, aggiungendo infine gli additivi per stendere la miscela ad una temperatura massima di 125 °C pur mantenendo inalterate tutte le caratteristiche richieste.

Per quel che riguarda la percentuale ottima di legante l'Appaltatore prima dell'inizio dei lavori, dichiarata la curva granulometrica che intende utilizzare, dovrà far eseguire a proprie spese presso un laboratorio di fiducia della Provincia il preventivo studio di ottimizzazione, integrando l'usuale esame del comportamento a compressione con la prova a trazione indiretta.

La percentuale di bitume dovrà comunque essere non minore del 4% per curve prossime ai limiti inferiori del fuso indicato e non superiore al 6% per curve prossime ai limiti superiori del fuso indicato; ciò comunque al fine di assicurare una percentuale di vuoti residui in opera compresi tra 3% e 5% (tra 2% e 4% nel caso di monostrato).

Il rapporto filler/bitume dovrà mantenersi tra 1,1 e 1,7.

Tutte le percentuali sono riferita al peso della miscela.

#### Conglomerati bituminosi a bassa temperatura per manti d'usura su strade L-M

L'inerte del conglomerato bituminoso del manto d'usura, che sarà costituito da pietrischetti, graniglie, sabbia e filler, su strade classificate come "L" o "M" dovrà presentare una curva granulometrica avente un andamento continuo uniforme e parallelo alle curve limiti ed inoltre dovrà essere compresa fra i limiti prescritti sottoindicati:

-	passante al setaccio ISO 565	12,5 mm	100%		
-	"	"	"	10 mm	85-100%
-	"	"	"	6,3 mm	72-89%
-	"	"	"	4 mm	65-80%

-	"	"	"	"	2 mm	50-65%
-	"	"	"	"	0,5 mm	25-35%
-	"	"	"	"	0,125 mm	12-22%
-	"	"	"	"	0,063 mm	6-12%

Con l'eccezione per la quantità di filler, che dovrà comunque essere compresa nei limiti prescritti, per spessori compresi di cm 2 e cm 2,5 la curva granulometrica dovrà essere prossima e parallela alla curva limite superiore mentre per spessori compresi di cm 3 e cm 3,5 la curva granulometrica dovrà essere prossima e parallela alla curva limite inferiore.

Come legante sarà utilizzato bitume a media penetrazione (tipo 50\70) con caratteristiche comunque tali affinché siano raggiunti contemporaneamente i requisiti minimi descritti all'art.2 sia relativi ai bitumi sia relativi alle miscele, aggiungendo infine gli additivi per stendere la miscela ad una temperatura massima di 110 °C pur mantenendo inalterate tutte le caratteristiche richieste.

Per quel che riguarda la percentuale ottima di legante l'Appaltatore prima dell'inizio dei lavori, dichiarata la curva granulometrica che intende utilizzare, dovrà far eseguire a proprie spese presso un laboratorio di fiducia della Provincia il preventivo studio di ottimizzazione.

La percentuale di bitume dovrà comunque essere non minore del 5,5% per curve prossime ai limiti inferiori del fuso indicato e non superiore al 6,5% per curve prossime ai limiti superiori del fuso indicato; ciò comunque al fine di assicurare una percentuale di vuoti residui in opera compresi tra 2% e 4%.

Tutte le percentuali sono riferita al peso della miscela.

Per il confezionamento e la posa dei conglomerati si possono utilizzare gli stessi impianti e le stesse attrezzature relative ai conglomerati tradizionali (art.10).

Il conglomerato dovrà essere posato a temperature non superiori a 110 °C se il bitume è normale ed a 125 °C se il bitume è modificato ma comunque tali da consentire un compattamento che assicuri un indice di vuoti residui in opera di progetto a garanzia delle caratteristiche meccaniche dello strato. Il costipamento dovrà essere effettuato appena dopo la stesa, poichè il raffreddamento del materiale potrebbe compromettere in modo irreversibile la riuscita del lavoro a regola d'arte. Tale compattazione dovrà essere realizzata possibilmente con rulli gommati di idoneo peso e caratteristiche tecnologiche e condotta a termine senza interruzione; il rullo a pneumatici dovrà essere carico per ruota superiore a 2 t e carico totale a 18 t.

Potrà essere utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche con peso minimo di 10 t solo per le operazioni di finitura superficiale dei giunti.

La cilindratura dovrà essere continuata fino ad ottenere un sicuro costipamento; al termine della cilindratura il grado di costipamento in opera dovrà essere <sup>3</sup>97% di quello ottenuto mediante la prova Marshall. Ciò si potrà verificare mettendo in relazione il peso specifico di assaggi a carotaggio eseguiti in corso d'opera con il risultato della prova relativa alla determinazione della massa volumica apparente dei provini Marshall.

## ART. 13 - STRATO D'USURA ANTIGHIACCIO A BASSA TEMPERATURA AD ELEVATA ADERENZA E FONOASSORBENZA

L'inerte per questo conglomerato bituminoso del tipo manto d'usura, che sarà costituito da pietrischetti e graniglie con LA<18 e CLA>0,42, argilla espansa strutturale 4-10 in caso di stesa su ponti e viadotti sostituita inerti on LA<17 e CLA>0,50 in caso di rilevati o trincee, sabbia, additivo composto da polverino di gomma di recupero 0-1 e filler, dovrà presentare una curva granulometrica avente un andamento continuo uniforme e parallelo alle curve di riferimento ed inoltre dovrà essere compresa fra i limiti prescritti sottoindicati, facendo presente che il fuso individuato si riferisce alla curva granulometrica in peso della miscela di inerti e filler:

- passante al setaccio ISO 565	12,5 mm	100%
- " " " "	10 mm	80-100%
- " " " "	6,3 mm	62-74%
- " " " "	4 mm	50-60%
- " " " "	2 mm	35-43%
- " " " "	1 mm	25-32%
- " " " "	0,5 mm	19-24%
- " " " "	0,25 mm	14-18%
- " " " "	0,125 mm	11-15%
- " " " "	0,063 mm	8-12%

Dovrà essere utilizzata argilla espansa strutturale 4-10 in caso di stesa su ponti e viadotti sostituita inerti on LA<17 e CLA>0,50 in caso di rilevati o trincee in quantità 8% in peso.

Il filler, che dovrà comunque essere compreso nei limiti prescritti, per spessori compresi sino a cm 2 dovrà contenere una parte pari al 5,0% in peso sugli inerti totali di filler antighiaccio composto per il 90% da cloruri e per il 10% da siliconati.

Per poter garantire un costipamento ottimale della miscela, rispettando il giusto rapporto tra diametro massimo e spessore, sarà opportuno che il passante al setaccio 10 mm sia tendente al 100% per spessori di 2,5 cm compressi e del 100% per spessori di 2,0 cm compressi.

Il polverino di gomma proveniente dal recupero degli pneumatici usati dovrà presentare una pezzatura compresa tra 0 e 1mm ed essere accompagnato da certificazione di prodotto attestante la conformità del materiale alle norme vigenti per l'utilizzo in miscele in conglomerato bituminoso.

La percentuale di additivo da utilizzarsi sarà nella misura del 1,5% sulla miscela degli aggregati e filler.

Il legante dovrà essere costituito da bitume normale avente penetrazione 50/70 ADDITIVATO PER LA STESA A BASSA TEMPERATURA (temperatura di stesa compresa tra 95 e 120°C).

Per quel che riguarda la percentuale ottima di legante, l'Appaltatore prima dell'inizio dei lavori, dichiarata la curva granulometrica che intende utilizzare, dovrà far eseguire a proprie spese presso un laboratorio accreditato di fiducia della Provincia il preventivo studio di ottimizzazione con il metodo della pressa giratoria, valutandone il contenuto ottimale in funzione della massima prestazione meccanica mediante rottura a trazione indiretta e modulo di rigidità.

La percentuale di bitume sarà compresa tra il 6,0% e il 10,0% e comunque tale da garantire le prestazioni ottimali della miscela in termini di % vuoti e resistenza a trazione indiretta nonché di modulo di rigidità.

Tutte le percentuali sono riferite al peso della miscela di aggregati e filler.

### CARATTERISTICHE DI COMPATTAZIONE DELLA MISCELA

Si utilizzerà la pressa giratoria secondo la norma UNI EN 12697-31 con le seguenti condizioni di prova:

angolo di rotazione:  $1,25^{\circ} \pm 0,02^{\circ}$

velocità di rotazione: 30 rotazioni al minuto

pressione verticale, Kpa: 600

diámetro provino, mm: 150

n° giri: 180

peso campione: 4500/6000 g

## CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI MINIME DELLA MISCELA

- Contenuto di vuoti su n.2 provini costipati mediante pressa giratoria alla temperatura di 120°C: 2,0% - 4,0%
- Resistenza a trazione indiretta su n.2 provini costipati mediante pressa giratoria alla temperatura di 120 °C: > 0,9 N/mm<sup>2</sup>
- Modulo di rigidezza mediante trazione indiretta su n.2 provini costipati mediante pressa giratoria alla temperatura di 120 °C eseguito a 20 °C, frequenza di calcolo 10 Hz, rapporto di Poisson 0,35: > 3500 Mpa

Lo studio di ottimizzazione della miscela dovrà inoltre essere comprensivo di scheda tecnica del bitume, schede tecniche dei vari additivi utilizzati, scheda tecnica dell'argilla espansa strutturale, scheda tecnica e di provenienza del polverino di gomma di recupero.

*Qualora l'Impresa intenda proporre miscele bituminose con apporto di inerti artificiali provenienti dalla lavorazione dell'acciaio o in forno elettrico o altoforno come materiali di recupero ovvero sottoprodotti, oltre ad ottemperare a quanto richiesto nell'apposito articolo del presente capitolato sui materiali, questi dovranno essere inseriti nello studio di ottimizzazione descritto in precedenza.*

*Dovrà inoltre, per le miscele da contabilizzare a peso, essere concordato tra le parti un nuovo prezzo che tenga conto del peso specifico medio dei provini costipati a 180 giri con la pressa con la seguente formula:*

$$NP = P \times 2,4 / Ps$$

*ove NP è il nuovo prezzo unitario alla tonnellata, P è il prezzo unitario precedente alla tonnellata, Ps è il peso specifico medio dei provini costipati a 180 giri con la pressa giratoria.*

Per il confezionamento e la posa di questi conglomerati si possono utilizzare gli stessi impianti e le stesse attrezzature relative ai conglomerati tradizionali avendo cura di dosare i vari materiali e additivi aggiunti nelle percentuali prestabilite in peso e nella fase precisa della lavorazione.

Il conglomerato dovrà essere posato a temperature non superiori a 120 °C ma comunque tali da consentire un compattamento che assicuri un indice di vuoti residui in opera di progetto a garanzia delle caratteristiche meccaniche dello strato. Il costipamento dovrà essere effettuato appena dopo la stesa, poiché il raffreddamento del materiale potrebbe compromettere in modo irreversibile la riuscita del lavoro a regola d'arte. Tale compattazione dovrà essere realizzata possibilmente con rulli gommati di idoneo peso e caratteristiche tecnologiche e condotta a termine senza interruzione; il rullo a pneumatici dovrà essere carico per ruota superiore a 2 t e carico totale a 18 t.

Potrà essere utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche con peso minimo di 10 t solo per le operazioni di finitura superficiale dei giunti.

La cilindratura dovrà essere continuata fino ad ottenere un sicuro costipamento; al termine della cilindratura il grado di costipamento in opera dovrà essere maggiore del 97% di quello ottenuto mediante la pressa giratoria in laboratorio. Ciò si potrà verificare mettendo in relazione il peso specifico di assaggi a carotaggio eseguiti in corso d'opera con il peso specifico dei provini costipati con la pressa.

Decorsi tre mesi dall'ultimazione dei lavori la D.L. potrà decidere di far eseguire la misurazione della resistenza di attrito radente con l'apparecchio portatile a pendolo nelle modalità descritte dalla norma EN 13036-4, che dovrà risultare in ogni punto maggiore di 65 BPN.

### **ART. 14 - RICICLAGGIO A FREDDO CON L'UTILIZZO DI EMULSIONE BITUMINOSA MODIFICATA CON ELASTOMERI**

Questa rigenerazione in sito a freddo dovrà essere realizzata con idonee attrezzature mobili (con miscelatore a volume variabile) in grado di miscelare il pacchetto bituminoso esistente con l'aggiunta di emulsione bituminosa modificata con elastomeri, cemento e acqua, omogeneizzare, stendere e compattare la miscela per spessori di 15 cm.

- Inerti  
Non è prevista alcuna aggiunta di inerti vergini.
- Emulsione modificata

L'emulsione dovrà essere di tipo acido al 60 % di bitume, sovraconsolidata con aggiunta di elastomeri a rottura controllata e rispettare le seguenti caratteristiche.

proprietà	specifiche	metodi di prova
-trattenuto al setaccio 0,063 mm, % in peso	< 0,1	UNI EN 12697-2
- sedimentazione a 5 gg, % in peso	< 5	UNI EN 12847:2009
-viscosità Engler a 20 °C, °E	> 3	UNI EN 12846
-grado di acidità, pH	> 2	UNI EN 12850:2009
-carica delle particelle	positiva	CNR B.U.n°99/84
- stabilità alla miscelazione con cemento	< 2 [g]	UNI EN 12848:2009
- contenuto di acqua	40±2 [%]	UNI EN 1428:2012
- contenuto di legante	60±2 [%]	UNI EN 1431:2012
Caratteristiche del bitume estratto (residuo della distillazione)		
-penetrazione a 25°C PEN, dmm	50-70	EN 1426
-punto di rammollim. PA, °C	>60	EN 1427
-punto di rottura Frass PRF, °C	<-13	EN 12593

- Cemento

Deve essere impiegato cemento Portland d'alto forno o pozzolanico con classe di resistenza 325

- Acqua

Deve essere utilizzata acqua pura ed esente da sostanze organiche

- Studi preliminari

Si è dato incarico ad un laboratorio specializzato di eseguire uno studio di ottimizzazione ad hoc su campioni prelevati al km 61+100 della S.P.EX S.S. n. 235 all'interno del pacchetto stradale compreso tra i -5 e i -20 cm dalla superficie del piano viabile. Sono stati calcolati i valori della resistenza a trazione indiretta di provini al variare del contenuto di acqua e di emulsione bituminosa tenendo costante il contenuto di cemento (2,5 %). Dallo studio emerge che alla miscela di inerti dovranno essere aggiunti di media, durante la rigenerazione, il 5,0 % di acqua e il 3,0 % di emulsione bituminosa modificata. Tali percentuali costituiranno dei valori di partenza, verificando i valori di trazione indiretta in opera per eventuali modifiche in corso di esecuzione dei lavori.

- Posa in opera

Le fasi di esecuzione dovranno essere le seguenti:

1. Fresatura ed allontanamento dei primi 5 cm (8 cm in caso di ripristino quota esistente) di sovrastruttura stra stradale;
2. Fresatura dello strato sottostante per uno spessore di 15 cm;
3. Eventuale risagomatura longitudinale e trasversale delle livellette stradali a mezzo di livellatore meccanico (grader);
4. Stesa del cemento nelle percentuali ottime;
5. Intervento di riciclaggio con aggiunta di emulsione bituminosa elastomerizzata e acqua nelle percentuali ottime. La lavorazione dovrà essere effettuata con una sola passata con macchina a tutta larghezza mediante sistemi che consentano di ottenere uno strato perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti alla segregazione degli elementi litoidi più grossi;
6. Prima compattazione immediata con un rullo gommato insieme ad un rullo metallico o combinato entrambi di almeno 20 t;
7. Riprofilatura finale con grader compreso l'eventuale spostamento del materiale in eccesso in banchina, che servirà, se necessario, come ricarica (laddove previsto lo strato di tappeto sovrastante);
8. Seconda compattazione immediata con un rullo gommato insieme ad un rullo

metallico o combinato entrambi di almeno 20 t; in alternativa potranno essere utilizzati rulli vibranti, comunque tutti approvati dalla DL. Durante la compattazione, nel caso di temperature elevate, sarà necessario umidificare il piano per migliorare l'addensamento.

**Qualora le lavorazioni descritte in precedenza 1 e 4 siano eseguite in simultanea, l'Impresa dovrà comunque garantire la completa risagomatura longitudinale e trasversale delle livellette.**

· Controlli in corso d'opera

Per quanto riguarda le caratteristiche della miscela, prima della compattazione verranno eseguiti prelievi dai quali dovranno essere confezionati provini tramite pressa giratoria secondo la norma UNI EN 12697-31 con le seguenti condizioni di prova:

angolo di rotazione:  $1,25^{\circ} \pm 0,02^{\circ}$

- velocità di rotazione: 30 rotazioni al minuto
- pressione verticale, Kpa: 600
- diametro provino, mm: 150
- n° giri: 180
- peso campione: 4500/6000 g comprensivo di bitume, cemento e acqua

La miscela dovrà rispondere ai seguenti requisiti dalle prove di laboratorio:

- Resistenza a trazione diametrale  $R_t$  a 72h di maturazione  $^3$  0,40 N/mm<sup>2</sup>
- Coefficiente di trazione indiretta CTI a 72h di maturazione  $^3$  60 N/mm<sup>2</sup>

Dai campioni maturati per 72h a 40°C si dovrà inoltre ricavare:

- Perdita di resistenza per imbibizione a 25°C per 1h sottovuoto a 50 mm di mercurio; la resistenza a trazione indiretta dovrà essere almeno il 70% di quella ottimale;
- Densità geometrica di riferimento per il controllo in sito;

Al termine della compattazione lo strato finito dovrà avere una densità secca uniforme in tutto lo spessore non inferiore al 97% di quella geometrica dei provini costipati con pressa giratoria a 180 giri; il grado di addensamento verrà misurato su carotaggi da eseguire a fine lavori.

Per quanto riguarda i controlli sull'effettiva risagomatura delle livellette, dopo la compattazione, prima di qualunque intervento di bitumatura, l'Impresa dovrà mettere a disposizione della DL opportuni strumenti topografici per il controllo delle quote; qualora si riscontrasse un andamento longitudinale del piano superficiale comprendente dossi o cunette di dislivello superiore a 4 cm non giustificabile con l'andamento plano-altimetrico del piano di campagna, l'Impresa a proprie cura e spese dovrà eseguire adeguati interventi di risagomatura con mista bitumata. Solo dopo l'autorizzazione della DL potrà essere posato lo strato di mista ad alto modulo dello spessore medio sofficie 5 cm.

Durante la fase di collaudo verrà eseguito un sopralluogo da parte della DL per verificare se fossero presenti in qualche zona rifluimenti superficiali di bitume. Tali eventuali rifluimenti dovranno essere asportati a mezzo di adeguata fresatura di profondità adeguata e nuova posa degli strati bituminosi a cura e spese dell'Impresa.

## CAPO IV

### NORME PER LA MISURAZIONE E LA VALUTAZIONE DELLE OPERE

#### ART. 15 ACCERTAMENTO E MISURA DELLE OPERE

L'appaltatore sarà tenuto a chiedere in tempo opportuno alla Direzione dei Lavori di provvedere in suo contraddittorio a quelle misure d'opera e somministrazioni che nel procedere del lavoro non si potessero più accertare, come pure di provvedere alla pesatura e misurazione di tutto ciò che dovrà essere pesato e misurato prima del collocamento in opera.

Dichiarasi esplicitamente che ove, per difetto di ricognizione fatta a tempo debito, non si potessero più eventualmente ed esattamente accertare le quantità e le qualità dei lavori e delle somministrazioni compiute dall'appaltatore, questi dovrà accettarne il computo e la valutazione che verrà fatta dalla Direzione dei Lavori ed al caso sottostare a tutte quelle spese o danni che per una tardata ricognizione si avessero a riscontrare.

I lavori saranno pagati per i quantitativi effettivamente eseguiti e valutati ai prezzi elencati che si intendono accettati dall'appaltatore in base a calcoli di sua propria convenienza, a tutto suo rischio e sono quindi invariabili nel modo più assoluto ed indipendenti da ogni eventualità.

Le singole quantità di lavori, le somministrazioni e le prestazioni saranno computate in base alle unità sotto le quali si trovano iscritte nell'elenco dei prezzi e saranno desunte da misurazioni fatte geometricamente e da pesature. Tutte le pesature dovranno essere effettuate su pese preventivamente autorizzate ed approvate dalla Direzione dei Lavori la quale si riserva la facoltà di effettuare tutti i controlli che credesse opportuno su pese pubbliche, sempre a carico dell'appaltatore.

Qualora, nonostante il preavviso dato dalla Direzione dei Lavori, le misurazioni dovessero essere fatte in assenza di un rappresentante dell'Impresa, si riterranno valide le misure fatte dal personale della Direzione dei Lavori.

Le modalità di misurazione delle singole categorie di lavori atte a determinare l'accreditamento all'assuntore applicando alle quantità stese i rispettivi prezzi di elenco, saranno le seguenti:

#### **15.1 CONGLOMERATI CEMENTIZI PER FONDAZIONI E PER MURI DI ELEVAZIONE, CEMENTI ARMATI, MURATURE E DEMOLIZIONE DI STRUTTURE IN GENERE**

saranno pagati a metro cubo e misurati in opera con metodi geometrici in base alle dimensioni effettivamente riscontrate, esclusi i vuoti e gli intonaci. Nel caso di dimensioni eccedenti a quelle prescritte od ordinate dalla Direzione dei Lavori, ogni eccedenza non verrà pagata. Per la demolizione si misurerà il volume effettivo delle strutture demolite deducendovi ogni qualsiasi vano. Nei prezzi di elenco sono pure compresi tutti gli eventuali oneri per i getti fatti in presenza di acqua.

#### **15.2 TUBI DI CEMENTO O DI PLASTICA**

verrà misurata la lunghezza effettiva che essi avranno in opera, misurata lungo il loro asse.

#### **15.3 ACCIAIO, GHISA ED ALTRI METALLI**

per qualsiasi struttura verrà computato il peso effettivo delle strutture finite, desunto da manuali o da pesature su pese autorizzate.

#### **15.4 MATERIALI DA FORNIRSI PER LAVORI IN ECONOMIA**

si contabilizzeranno le rispettive quantità effettive consegnate a piè d'opera od ove venga ordinato dalla Direzione dei Lavori.

#### **15.5 CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATO DI BASE (MISTA BITUMATA), PER STRATO DI COLLEGAMENTO (BINDER) E PER STRATO DI USURA (TAPPETO)**

Le modalità di misurazione delle singole categorie di lavori atte a determinare l'accreditamento all'assuntore applicando alle quantità posate i rispettivi prezzi di elenco, saranno le seguenti:

a) Emulsione bituminosa di ancoraggio: qualora risultasse, in base ai controlli effettuati dal personale incaricato dalla Direzione Lavori, un quantitativo posato per ogni m<sup>2</sup> inferiore a quello previsto dal presente Capitolato, l'impresa dovrà ripetere l'operazione di stesa dell'emulsione bituminosa su tutto l'ultimo tratto interessato. Qualora si riscontrasse tale carenza per tre volte, sarà effettuata una detrazione del 5% al prezzo da pagare per l'intero conglomerato bituminoso posato sino a quel momento.

b) Conglomerato bituminoso per strato di base (mista bitumata), per strato di collegamento (binder) e per strato di usura (tappeto): saranno computati a peso espresso in tonnellate qualora il materiale venga impiegato per risagomare un piano esistente, mentre saranno computati a superficie espressa in m<sup>2</sup> qualora l'Impresa sia responsabile della costruzione del piano di posa di detti materiali.

Per i materiali computati a peso, tutte le pesature dovranno essere effettuate a spese dell'appaltatore su pese preventivamente autorizzate ed approvate dalla Direzione dei Lavori la quale si riserva la facoltà di effettuare tutti i controlli che credesse opportuno su pese pubbliche, sempre a carico dell'appaltatore.

I materiali computati a m<sup>2</sup> dovranno avere, in ogni punto della massicciata, uno spessore compreso in opera non inferiore a quello prescritto; sono previsti assaggi sui materiali bituminosi stesi a m<sup>2</sup> per verificare tale spessore; qualora si riscontrassero in alcuni tratti della strada delle carenze negli spessori, dette carenze non saranno mediate o compensate con eventuali maggiori spessori messi in opera su altri tratti della massicciata.

Non è ammessa dall'amministrazione una carenza negli spessori compresi superiore al 20% dei valori prescritti pertanto, qualora si riscontrassero tratti di opere in materiale bituminoso con spessori compresi inferiori all'80% dello spessore prescritto, detti lavori non saranno accettati e contabilizzati e l'appaltatore dovrà eseguire su detti tratti un nuovo strato dello spessore minimo prescritto senza alterare l'andamento altimetrico della massicciata.

Nei tratti in cui invece si riscontrassero spessori compresi compresi tra l'80% e il 100% dei valori minimi prescritti sarà dedotto dal prezzo base il valore del materiale non fornito ed inoltre sarà effettuata un'ulteriore detrazione, per la minor consistenza e resistenza dello strato posto in opera, pari al doppio del valore del materiale non fornito.

Per quanto riguarda la granulometria e la percentuale di bitume dei materiali bituminosi stesi, sono previsti accertamenti di laboratorio per controllo della rispondenza rispetto alle prescrizioni del presente Capitolato Speciale d'Appalto; ogni ulteriore accertamento rispetto a quanto disposto dalla D.L. sarà a cura e spese dell'appaltatore; qualora dall'analisi dei materiali bituminosi risultasse una curva granulometrica discontinua o non compresa tra i limiti prescritti oppure una carenza od eccesso di bitume, sempre che l'opera sia accettabile, si opererà nel seguente modo:

- per quel che riguarda tutti gli inerti trattenuti dal setaccio 0,125 mm, sarà effettuata una detrazione del 20% al prezzo da pagare per quelle quantità di materiale la cui granulometria non fosse compresa tra i limiti indicati;

- per quel che riguarda tutti gli inerti passanti al setaccio 0,125 mm e il bitume, sarà operata una diminuzione del prezzo pari al costo delle singole quantità di materiale fornite in meno ai minimi prescritti, inoltre sarà effettuata una ulteriore detrazione, per carenze nella quantità e nella consistenza della miscela, uguale al valore dei materiali forniti in meno, oppure al doppio di detto valore, a seconda che le carenze siano inferiori o maggiori del 10% rispetto ai minimi prescritti.

Tali controlli sui conglomerati bituminosi, non previsti come obbligatori, saranno effettuati qualora la D.L. lo ritenga opportuno da un laboratorio di fiducia della Provincia e si intendono a carico dell'appaltatore; qualora dall'analisi dei materiali bituminosi risultasse una curva granulometrica discontinua o non compresa tra i limiti prescritti oppure una carenza od eccesso di bitume, sempre che l'opera sia accettabile, si opererà una diminuzione del prezzo pari al costo delle singole quantità di materiale fornite in meno ai minimi prescritti, inoltre sarà effettuata una ulteriore detrazione, per carenze nella quantità e nella consistenza della miscela.

Nel caso sia stato richiesto lo studio di ottimizzazione con il metodo Marshall modificato in base ad una curva granulometrica ben precisa dichiarata dall'impresa le detrazioni non verranno applicate se la formula d'impasto utilizzata sarà compresa entro le seguenti tolleranze di lavorazione:

aggregato grosso, trattenuto al setaccio 2 mm, % in peso	±5
aggregato fine, passante al setaccio 2 mm, % in peso	±2
additivo minerale, pass. al setaccio 0,063 mm, % in peso	±1,5
contenuto di bitume, % in peso sulla miscela	±0,2

c) Scarificazione: l'eventuale scarifica che si rendesse necessaria in qualche tratto, qualora non fosse già computata in altro modo, sarà valutata a superficie.

d) Fresatura: l'eventuale fresatura della pavimentazione in conglomerato bituminoso che si rendesse necessaria in qualche tratto sarà valutata a superficie e rapportata allo spessore.

e) Segnaletica stradale orizzontale

I lavori saranno contabilizzati in base alle varie dimensioni di larghezza e lunghezza prescritte dalla D.L., anche se dalle misure di controllo rilevate dagli incaricati dovessero risultare spessori, lunghezze e superfici effettivamente superiori: soltanto nel caso che la Direzione dei Lavori abbia ordinato in corso d'opera, e per iscritto, tali maggiori dimensioni, se ne terrà conto nella contabilizzazione. In nessun caso saranno tollerate dimensioni minori a quelle ordinate, e l'Impresa sarà chiamata ad eseguirne l'immediato rifacimento a sua cura e spese.

Le singole quantità di lavori, le somministrazioni e le prestazioni saranno computate in base alle unità sotto le quali si trovano iscritte nell'elenco dei prezzi e saranno desunte da misurazioni fatte geometricamente.

#### **ART. 16 - CONTROLLI DI ACCETTAZIONE SULLA QUALITA' DELLE OPERE**

Questi controlli servono ad assicurare che i materiali impiegati corrispondano a quelli dichiarati dall'impresa ed approvati dalla Direzione Lavori in fase preventiva, ovvero che le strutture ottenute con tali materiali soddisfino le caratteristiche prescritte nel presente Capitolato.

Salvo quelli espressamente evidenziati nel presente Capitolato, tutti gli altri controlli, non previsti come obbligatori, saranno effettuati qualora la D.L. lo ritenga opportuno da un laboratorio di fiducia della Provincia e si intendono a spese dell'appaltatore; al fine

dell'accettazione dei materiali, tutti i risultati ottenuti sono soggetti all'approvazione della Direzione Lavori.

Sia prima dell'inizio dei lavori sia in corso d'opera la Direzione Lavori potrà decidere di verificare, prelevando campioni di materiale con personale autorizzato, una o più delle caratteristiche prescritte all'art.1 del presente Capitolato. Se i risultati non fossero conformi ai requisiti richiesti l'impresa dovrà immediatamente adottare i necessari provvedimenti.

Qualora in corso d'opera si riscontrassero nuove carenze nella qualità dei materiali maggiori del 40% sui valori prescritti il lavoro non verrà accettato né contabilizzato e dovrà essere ripetuto.

Qualora tali carenze fossero comprese tra il 10 ed il 40% verranno effettuate le seguenti detrazioni al prezzo da pagare: per ogni punto percentuale una detrazione del 1% sul prezzo unitario del conglomerato fornito e posto in opera sino al momento in cui le prove non dessero risultati accettabili.

Qualora tali carenze fossero inferiori al 10% verranno ripetute le prove dopo un nuovo avvertimento da parte della Direzione Lavori. Se la situazione si ripetesse nuovamente verrà applicato lo stesso criterio utilizzato per il caso precedente (tra il 10 ed il 40%).

Sono previste come obbligatorie dal presente Capitolato prove sul bitume modificato prelevato dalla cisterna (penetrazione su bitume, punto di rammollimento PA, punto di rottura FRAAS, recupero elastico, duttilità, termostabilità), inoltre prove sugli aggregati prelevati all'impianto di produzione del conglomerato (Los Angeles, equivalente in sabbia, CLA) inoltre prove in corso d'opera sul conglomerato bituminoso modificato (prova di deformazione a carico statico, prova Marshall completa, trazione indiretta, modulo di rigidità); qualora i risultati non fossero conformi ai requisiti richiesti, gli ulteriori accertamenti saranno a cura e spese dell'appaltatore.

Relativamente alle miscele bituminose, verrà verificata in corso d'opera la possibilità di eseguire su alcuni campioni di mista alto modulo ovvero manti d'usura le seguenti prove:

Ormaiamento (wheel tracking)	UNI EN 12697-22
Ormaiamento (wheel tracking)	UNI EN 12697-24
Prova di compressione ciclica	UNI EN 12697-25
Rigidità	UNI EN 12697-26

Al termine della stesa dei conglomerati su ogni tronco i prelievi di carote eseguiti dal personale autorizzato dalla Direzione Lavori permetteranno di constatare da parte di un laboratorio accreditato di fiducia della Provincia, se ritenuto necessario dalla Direzione Lavori, il grado di costipamento effettivo degli strati.

Qualora i risultati di tali prove fossero differenti dai valori prescritti nel presente Capitolato, per ogni punto percentuale che si discosti dai limiti sarà operata una detrazione del 2% sul prezzo unitario del conglomerato fornito e posto in opera su quel tronco o tratto di tronco interessato.

Al termine dei lavori su ogni tronco potrà inoltre essere effettuata la misura puntuale della regolarità (planarità) superficiale con asta rettilinea di 4 m in vari punti. Qualora si riscontrassero scostamenti medi superiori a 20 mm, l'impresa dovrà eseguire su detti tratti un nuovo strato dello spessore minimo necessario per una efficace risagomatura.

Se gli scostamenti fossero compresi tra 4 e 20 mm verrà effettuata una detrazione del 10% al prezzo da pagare per l'intero conglomerato posato sul tratto suddetto.

I controlli sull'aderenza (altezza di sabbia HS) saranno effettuati obbligatoriamente per il manto d'usura "antiskid" in un periodo variabile tra il 15° ed il 180° giorno dalla data di ultimazione dei lavori.

L'altezza di sabbia HS intesa come macrorugosità superficiale misurata mediante il misuratore "mini texture meter", avrà il valore da assumere come riferimento come la media dei quattro valori ottenuti misurando quattro strisciate longitudinali, distanziate in senso trasversale di 50 cm preferibilmente ubicate nelle zone più battute dalle ruote. Siccome lo strumento fornisce valori di tessitura media ogni 10 m ed ogni 50 m di striscia longitudinale, ai fini del controllo dovrà risultare in accordo con le prescrizioni la media dei quattro valori medi restituiti ogni 50 m in ogni striscia.

In alternativa a questo metodo per la modalità di prova di HS si potrà far riferimento a quanto contenuto nel B.U. del CNR n°94 del 15/10/1983.

La HS dovrà essere rilevata almeno per il 10% di strada ricoperta da nuovi strati bituminosi dove, a giudizio della Direzione Lavori, la tessitura e/o la rugosità risultasse non sufficiente o dubbia.

Insieme ovvero in alternativa alle misurazioni dell'altezza di sabbia la D.L. potrà decidere di far eseguire la misurazione della resistenza di attrito radente con l'apparecchio portatile a pendolo nelle modalità descritte dalla norma EN 13036-4.

Saranno ammesse tolleranze del 5% sui valori dei parametri indicati nel presente Capitolato.

Per valori minori di quelli previsti compresi tra il 5 ed il 40% si effettueranno detrazioni al prezzo da pagare del 1% per ogni punto percentuale che esce dal limite e per tutto lo strato posato oggetto della verifica. Per carenze superiori del 40% il lavoro non potrà essere accettato. L'impresa in questi casi sarà obbligata a procedere a parziale fresatura e ricostruzione dello strato di rotolamento in questione.