

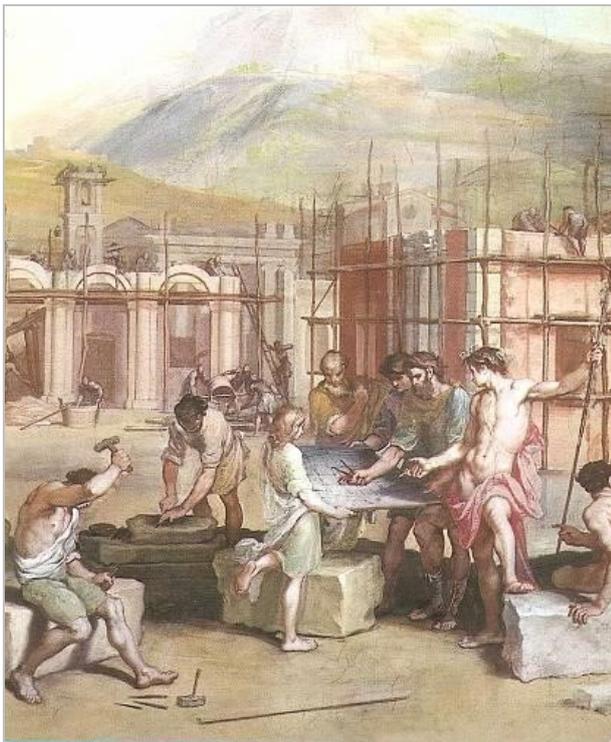


Città di  
Sassuolo



## LAVORI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA ALLA VIA IBLITA' PRINCIPALE DEL COMUNE DI SASUSOLO

### PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO



Progettisti:

**Geom. Davide Bartolini**  
(documento firmato digitalmente)

Responsabile del Procedimento:  
**Ing. Anna Maria Ferrari**  
(documento firmato digitalmente)

### CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO PARTE TECNICA

Tavola n.

**CSAPT**

	Data	Descrizione
revisione	a	Dicembre 2020
	b	
	c	
Archivio	G:\Manutenz_Viab\INTERVENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA ANNO 2020\APPALTO ASFALTI VIABILITA' PRINCIPALE\tecnico\PROGETTO\Copertine.doc	

## **CAPO PRIMO**

### **NORME PER LA MISURAZIONE E LA VALUTAZIONE DEI LAVORI E DELLE FORNITURE**

#### *Art. 1 CRITERI GENERALI DI CONTABILIZZAZIONE :*

Non è ammissibile eseguire in economia specie di lavori per i quali esista apposito articolo di elenco in contratto.

Le quantità dei lavori e delle forniture saranno determinate con metodi geometrici o a numero o a peso, come specificato nelle singole voci dell'Elenco Prezzi Unitari.

La liquidazione avverrà sulla base delle quote e misure di progetto o comunque prescritte dalla D.L. Spessori, superfici e volumi eccedenti le prescrizioni non saranno compensati. Si potrà procedere alla contabilizzazione soltanto nel caso in cui le maggiori quantità di materiale siano state ordinate esplicitamente dalla D.L.

Nel caso in cui siano riscontrati spessori, dimensioni, superfici o volumi inferiori a quanto prescritto nell'Elenco Prezzi Unitari e nel presente Capitolato Speciale e che la D.L. ritenga che l'opera possa essere ugualmente accettata, si procederà a ridurre le quantità da contabilizzare proporzionalmente alle deficienze riscontrate. Ove ciò non sia possibile si detraerà l'importo corrispondente alle quantità non eseguite calcolandolo sulla base degli opportuni articoli dell'Elenco Prezzi Unitari.

Per i materiali da contabilizzare a peso, dopo la pesatura eseguita in contraddittorio a campione.

#### *ART.2 MISURAZIONE DI SCAVI, MATERIALI INERTI E CONGLOMERATI BITUMINOSI:*

Gli scavi ed i materiali inerti, se non diversamente specificato nei singoli articoli di Elenco Prezzi, saranno valutati sulla base di livellazioni eseguite in contraddittorio su sezioni trasversali poste in corrispondenza delle variazioni altimetriche più significative.

Gli scavi per le fondazioni di opere d'arte, aventi profondità superiore a ml. 2,00 rispetto alla quota media del piano di campagna, saranno compensati per una larghezza pari all'ingombro del manufatto aumentata di cm. 50 per ogni lato.

I materiali provenienti dagli scavi e fresature, in quanto idonei, restano di proprietà dell'Amministrazione appaltante, che ne disporrà come riterrà opportuno. Il loro trasporto nei luoghi di accatastamento o di deposito saranno a carico dell'Impresa, intendendosi l'onere compreso e compensato coi relativi prezzi di elenco riguardanti gli scavi.

Nella ubicazione delle sezioni e nel successivo calcolo dei volumi non si terrà conto di scoline o di fossi di piccole dimensioni che l'Impresa dovrà provvedere a colmare a sua cura e spese. Per rilevati di forma particolare, nei quali non siano facilmente definibili sezioni trasversali significative, il calcolo dei volumi sarà eseguito sulla base delle curve di livello rilevate con teodolite di precisione e distanziometro elettronico, prima e dopo l'esecuzione del rilevato. Si potrà procedere alla misurazione dei materiali inerti solamente dopo il raggiungimento delle densità prescritte.

Le quantità di inerti o di conglomerati per le quali sia espressamente prevista la misurazione su automezzo saranno valutate moltiplicando la superficie compresa all'interno delle sponde per l'altezza media del carico, ottenuta se necessario livellando il carico dell'automezzo. Gli oneri relativi, comprendenti anche la sosta dell'automezzo, saranno a totale carico dell'Impresa.

Nel caso che nell'Elenco prezzi sia ammessa la valutazione degli inerti a peso si utilizzeranno le seguenti equivalenze :

- Sabbia di Po o di cava      1,5 t./mc. - Ghiaia in natura      1,8 t./mc.
- Misto stabilizzato      1,6 t./mc. - Pietrisco e granulati      1,7 t./mc.
- Ciottoli      1,8 t./mc.

Nel caso in cui in Elenco Prezzi sia ammessa la valutazione dei conglomerati bituminosi a mq o a peso si utilizzeranno i seguenti parametri per rapportarli: • Tappeto d'usura cm 1 = kg 22 costipato e finito;

- Binder cm 1= kg 21 costipato e finito;

L'Amministrazione si riserva la facoltà di decidere, in corso d'opera, le modalità di contabilizzazione delle lavorazioni di posa in opera dei conglomerati bituminosi senza che l'Appaltatore possa avanzare richieste di ulteriori indennizzi.

La D.L. potrà a sua discrezione ordinare il controllo totale o parziale dei carichi e della tara degli automezzi, il controllo dovrà avvenire su pesa pubblica o indicata dalla D.L. e gli oneri relativi, comprendenti anche la sosta degli automezzi, saranno a totale carico dell'Impresa.

Tutte le misure del carico eseguite sull'automezzo e le misure a peso verranno registrate sui moduli a stampa dell'Amministrazione Comunale, in duplice copia e con numerazione progressiva, che saranno firmati da un rappresentante dell'Impresa e da uno della D.L. Nelle misure a peso questi moduli saranno utilizzati come verbali di pesatura. I moduli dovranno essere compilati giornalmente e contenere, oltre alle misure relative ad ogni singolo carico, la data, la denominazione dell'Impresa e del cantiere nonché tutte le indicazioni necessarie per identificarne il luogo di posa in opera. I moduli così compilati costituiranno l'unico titolo valido per l'accertamento delle quantità che non derivino da misure geometriche eseguite sull'opera finita.

Le pavimentazioni verranno misurate comprendendo ogni superficie non pavimentata inferiore a 2,00 mq. Le superfici saranno valutate suddividendole per quanto possibile in figure geometriche regolari, quelle con contorni curvilinei mediante il calcolo dei settori circolari relativi o mediante approssimazione ottenuta suddividendo la curva in segmenti rettilinei.

### *ART. 3 MISURAZIONE DI CALCESTRUZZI, FOGNATURE, CANALIZZAZIONI, CORDONATE E PAVIMENTAZIONI NON BITUMINOSE :*

I conglomerati cementizi verranno compensati in base a misurazioni eseguite con metodi geometrici sull'opera finita, con l'esclusione degli intonaci, dei vani o di altri materiali in essi contenuti. In ogni caso non si dedurranno i volumi del ferro d'armatura, dei cavi per la precompressione ed i vani di volume uguale o minore a mc. 0,20.

Il peso del ferro di armatura verrà determinato secondo i diametri e le lunghezze effettivamente prescritte, trascurando le quantità superiori alle prescrizioni, le sovrapposizioni per giunte non richieste o causate da barre con lunghezza ridotta. Lo sviluppo effettivo di ogni barra sarà aumentato di 40 volte il diametro per ogni sovrapposizione e di 10 volte il diametro per ogni gancio. Il peso da contabilizzare si otterrà moltiplicando lo sviluppo delle barre per il peso unitario dato dalle tabelle ufficiali UNI.

La misurazione di tratti di fognatura, di canalizzazioni per servizi a rete e delle relative tubazioni in PVC verrà eseguita fra le pareti interne di ogni pozzetto e quella del pozzetto successivo. La misurazione delle fognature potrà essere compiuta anche detraendo dalla distanza fra il centro dei chiusini posti alle estremità di ogni tratto la metà delle larghezze dei relativi pozzetti.

La misurazione dei tratti curvilinei delle cordonate o di aiuole con perimetro chiuso e superficie inferiore a mq. 4,00 potrà essere eseguita sul lato esterno della cordonata. Quando si utilizzeranno pezzi speciali per cordonate si adotterà il seguente incremento: sviluppo lineare dell'elemento posato per 1.25. Quando nella costruzione di passi carrai o di rampe per accesso a pedonali vengano utilizzate piastrelle dello stesso materiale costituente la cordonata, in mancanza dell'apposito Articolo dell'Elenco Prezzi, si potrà contabilizzare lo sviluppo lineare di ogni corso di piastrelle con l'articolo di Elenco Prezzi relativo alla cordonata.

Per la fornitura di elementi costruiti in serie quali chiusini, caditoie, botole, telai elementi di recinzione e simili il peso da contabilizzare verrà determinato dalla media di pesature, effettuate in contraddittorio, su di un sufficiente numero di campioni. Come verbali di pesatura verranno utilizzati gli stessi moduli impiegati per gli inerti ed i conglomerati.

#### *ART-4 SEGNALETICA:*

La quantità dei lavori e delle forniture saranno determinati con metodi geometrici, a numero o a peso, come specificato nelle singole voci dell'Elenco Prezzi Unitari.

Contabilizzazione delle barriere di sicurezza:

- 1) La misurazione sarà effettuata a metro lineare, considerando l'estensione che la barriera copre posata in opera, comprensiva delle parti di fasce in sovrapposizione e dei previsti montanti, come indicato nelle voci riportate all'Elenco Prezzi allegato; unità di misura ml.
- 2) La misurazione dei montanti, qualora si tratti di adeguamento delle barriere esistenti verrà effettuata per numero effettivo di elementi posati in opera; unità di misura cad.

Contabilizzazione della segnaletica orizzontale:

- 1) La misurazione della segnaletica orizzontale sarà effettuata a metro lineare per strisce della larghezza di cm. 12, 15 pagati con il prezzo di cm 12. Nel caso di linee tratteggiate, dalla lunghezza complessiva dovrà essere detratta la somma degli spazi vuoti.
- 2) per linee aventi larghezza superiore a cm 15 la misurazione sarà effettuata a metro quadrato;
- 3) per le scritte la superficie sarà ragguagliata a metro quadrato, vuoto per pieno, considerando il minimo rettangolo circoscritto a ciascuna lettera;
- 4) per le frecce l'area da contabilizzare sarà data dall'effettiva superficie della figura;
- 5) per i passaggi a livello le strisce costituenti la croce saranno pagate con il prezzo a metro quadrato di superficie effettivamente coperta, con detrazione cioè di tutti i vuoti;
- 6) per le zebature l'area da contabilizzare sarà data dall'effettiva superficie verniciata;
- 7) per quanto riguarda la striscia trasversale di dare la precedenza e l'eventuale simbolo complementare (triangolo grande), la superficie sarà ragguagliata a metro quadrato, vuoto per pieno, considerando il minimo rettangolo circoscritto a ciascun triangolo.

Il solvente necessario per la messa in opera delle vernici non sarà pagato a parte, intendendosi l'onere della fornitura a carico dell'Impresa e compensato nel prezzo della vernice.

## CAPO SECONDO

### QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI – LAVORI STRADALI

#### *ART- 5 CONDIZIONI DI ACCETTAZIONE E PROVE DI CONTROLLO*

I materiali da impiegare nell'appalto dovranno avere le caratteristiche previste dalla normativa vigente e dal presente Capitolato Speciale. Quando la D.L. abbia giudicato una fornitura non idonea all'impiego l'Impresa dovrà sostituirla con altra che possieda le caratteristiche richieste. I materiali non idonei dovranno essere immediatamente allontanati dal cantiere a cura e spese dell'Impresa.

Malgrado l'accettazione dei materiali da parte della D.L. l'Impresa resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto può dipendere dai materiali stessi.

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegare, sottostando a tutte le spese per il prelievo, la formazione e l'invio dei campioni, eseguiti secondo le modalità indicate dalla D.L.

Potranno a discrezione della D.L. essere richieste certificazioni di qualità o prove di laboratorio anche per le materie prime necessarie al confezionamento di materiali da utilizzare per il presente appalto. Le prove e gli esami sui campioni verranno effettuate presso i Laboratori Ufficiali specificati nell'Art.20 della Legge n. 1086 del 5 novembre 1971.

Per quanto riguarda i lavori inerenti la segnaletica stradale e compresi nel presente appalto, questi dovranno corrispondere, come caratteristiche, a quanto stabilito nelle leggi e nei regolamenti ufficiali vigenti in materia.

In mancanza di particolari prescrizioni dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio, in rapporto alla funzione a cui sono destinati.

#### *ART 6- SCAVI :*

L'Impresa dovrà eseguire gli scavi in terreni di qualsiasi natura e consistenza comprendendo in essi, le massicciate stradali , fognature esistenti, calcestruzzi armati e di conglomerati bituminosi di qualsiasi spessore.

I materiali riutilizzabili rimangono di proprietà della Amministrazione Appaltante, come disposto dall'art.36 del Capitolato Generale.

I materiali che la D.L. abbia giudicato non idonei al reimpiego, se non riutilizzati altrove dall'Impresa, saranno portati a rifiuto in una discarica autorizzata.

L'Impresa dovrà mantenere asciutto il fondo dello scavo provvedendo a realizzare tempestivamente, se necessario con opere provvisorie, i fossi e gli scoli necessari, senza diritto ad alcun compenso addizionale. Il piano dello scavo dovrà essere mantenuto libero ed accessibile, anche nei tratti compresi fra le singole sezioni, fin quando non siano state eseguite le misurazioni necessarie.

Lo scavo dovrà essere eseguito con una tolleranza di cm. 5 rispetto alle misure ed alle quote indicate dalla D.L. Lo scavo eccedente questo limite e le conseguenti maggiori quantità di inerti o di calcestruzzo non saranno pagati all'Impresa.

#### *A - Scavi di sbancamento :*

Per scavi di sbancamento si intendono quelli eseguiti per l'apertura della sede stradale, di piazzali, parcheggi, rampe di sottopassi e simili. Qualora la profondità rispetto al piano di campagna sia superiore a ml. 1,50 l'Impresa potrà eseguire lo scavo con pareti a scarpata e gli oneri relativi saranno a carico dell'Amministrazione appaltante. Saranno comunque a carico dell'Impresa il reinterro e la relativa compattazione.

## *ART 7 - DEMOLIZIONI*

Le demolizioni saranno eseguite con tutte le precauzioni atte ad evitare infortuni. I materiali di risulta non dovranno essere gettati dall'alto ma essere guidati o trasportati. L'Impresa dovrà aver cura di non danneggiare le strutture adiacenti a quelle da demolire, adottando le puntellature e le sbadacchiature necessarie per mantenere il transito nei tratti di strada interessati dai lavori.

I materiali provenienti dalle demolizioni, se non diversamente specificato dall'Elenco Prezzi Unitari, resteranno di proprietà dell'Impresa che dovrà allontanarli dal cantiere nel più breve tempo possibile. Qualora le condizioni del cantiere lo consentano e su esplicita autorizzazione della D.L., l'Impresa potrà mantenere i materiali recuperabili all'interno del cantiere, ultimando comunque le operazioni di recupero entro il termine fissato dalla D.L.

## *ART 8 FONDAZIONI STRADALI E RIEMPIMENTI IN GHIAIA IN NATURA*

Le caratteristiche del materiale da utilizzare per fondazioni e riempimenti in ghiaia naturale dovranno corrispondere a quelle previste per la categoria A1 delle Norme CNR- U.N.I. 10006 " Classificazione delle terre nelle costruzioni stradali".

Il materiale dovrà essere steso in opera in strati non superiori a cm. 20 e costipato fino a raggiungere una densità non inferiore al 95% della densità massima fornita dalla prova Proctor modificata.

## *ART 9- STRATI DI BASE E RIEMPIMENTI IN MISTO GRANULARE*

Il materiale da utilizzare per gli strati di base e per riempimenti in misto granulare non dovrà contenere né grumi di argilla né elementi con forma appiattita, allungata o lenticolare. Il rapporto fra il passante al setaccio 0,075 ed il passante al setaccio 0,4 dovrà essere inferiore a 2/3 e almeno l'80% del ritenuto al crivello da 5 mm. dovrà avere una faccia fratturata meccanicamente.

A seconda del tipo della strada e delle condizioni del sottofondo la D.L. potrà scegliere fra due tipi di materiale con granulometrie rientranti nei seguenti fusi :

CRIVELLI E SETACCI UNI	% PASSANTE TIPO 1	% PASSANTE TIPO 2
Crivello da 60 mm.	100	
Crivello da 50 mm.	90 - 100	
Crivello da 40 mm.	35 - 70	100
Crivello da 25 mm.	42 - 77	60 - 100
Crivello da 10 mm.	22 - 56	42 - 75 Crivello
da 5 mm.	15 - 40	35 - 60
Setaccio da 2 mm.	10 - 26	25 - 50 Setaccio
da 0,4 mm.	5 - 15	15 - 30
Setaccio da 0,075 mm.	2 - 9	8 - 15

Il materiale verrà steso in strati non superiori a cm. 20 e costipato. Il costipamento di ogni strato dovrà essere tale da raggiungere una densità in sito non inferiore al 95% della densità massima fornita dalla prova Proctor modificata.

## *ART 10 STRATI DI BASE IN CONGLOMERATO BITUMINOSO :*

### *A - Inerti*

Gli inerti impiegati per i conglomerati bituminosi per strato di base dovranno essere conformi alle prescrizioni contenute nel fascicolo 4 delle norme CNR - 1953 con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita di peso, fatta con il metodo Los Angeles sulle singole pezzature, dovrà essere inferiore al 25% L'equivalente in sabbia determinato secondo la norma B.U. CNR n. 27 dovrà essere superiore a 50.

Gli eventuali additivi costituiti da rocce macinate, cemento, calce idrata, calce idraulica o polveri di asfalto, dovranno soddisfare ai seguenti requisiti ottenuti per via umida :

- Setaccio UNI 0,18 (ASTM n. 80) : passante in peso = 100 %

- Setaccio UNI 0,075 (ASTM n.200) : passante in peso = 90 %

#### B - Legante

Il bitume dovrà essere del tipo con penetrazione 60-70. Esso dovrà possedere i requisiti prescritti dalle "Norme per l'accettazione dei bitumi" del CNR Fascicolo II/1951, per il bitume 60 - 80, salvo il valore di penetrazione a 25 gradi C., che dovrà essere compreso fra 60 e 70 ed il punto di rammollimento che dovrà essere compreso fra 47 e 56 gradi C.

Per la valutazione delle caratteristiche di penetrazione, punto di rammollimento P.A., punto di rottura Fraas, duttilità e volatilità, si useranno rispettivamente le seguenti normative : B.U. CNR n.24 (29.12.1971), B.U. CNR n.35 (22.11.1973), B.U. CNR n.43 (6.6.1974), B.U. CNR n.44 (29.10.1974), B.U. CNR n.50 (17.3.1976).

Il bitume dovrà avere inoltre un indice di penetrazione calcolato con la formula appresso riportata, compreso fra -1,0 e +1,0 :

$$\text{Indice di penetrazione} = (20u - 500v)/(u + 50v)$$

dove: u = temperatura di rammollimento alla prova "palla-anello" in gradi C.

v =  $\log(800) - \log(\text{penetrazione bitume in dmn a 25 C.})$

#### C - Miscela

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

CRIVELLI E SETACCI UNI	% PASSANTE IN PESO
Crivello 40	100
Crivello 30	80 - 100
Crivello 25	70 - 95
Crivello 15	45 - 70
Crivello 10	35 - 60
Crivello 5	25 - 50
Setaccio 2	20 - 40
Setaccio 0,4	6 - 20
Setaccio 0,18	4 - 14
Setaccio 0,075	4 - 8

Il tenore di bitume dovrà essere compreso fra il 3,5% ed il 4,5% riferito al peso totale a secco degli aggregati.

Il valore della stabilità Marshall - Prova B.U. CNR n.30 (15.3.1973) eseguita a 60 gradi C. su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia dovrà risultare non inferiore a 700 Kg., il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto fra la stabilità misurata in Kg. e lo scorrimento misurato in mm., dovrà essere superiore a 250. Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa fra il 4% ed il 7%. La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per quindici giorni dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente indicato.

#### D - Posa in opera delle miscele

Prima di iniziare la stesa l'Impresa dovrà controllare le quote del piano di posa, disponendo lateralmente i fili guida con punti di controllo ogni ml. 10. Nel caso di una stesa in più strati questi dovranno essere sovrapposti nel più breve tempo possibile e fra di essi dovrà essere interposta una mano di emulsione bituminosa al 55% in ragione di Kg. 0,5/mq.

Durante la stesa dell'emulsione bituminosa e del conglomerato l'Impresa dovrà proteggere cordone e recinzioni con mezzi idonei. Ove ciò non avvenga l'Impresa dovrà procedere in seguito a sua cura e spese alle pulizie necessarie.

La posa in opera del conglomerato dovrà avvenire per mezzo di vibrofinitrici di tipo approvato dalla D.L., in perfetto stato di efficienza e munite di dispositivo di autolivellamento. La macchina dovrà lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi. Nella formazione dei giunti longitudinali l'Impresa dovrà spalmare di emulsione bituminosa il bordo di ogni striscia per garantire la perfetta saldatura della striscia successiva. Se il bordo risultasse arrotondato o altrimenti danneggiato si dovrà procedere al taglio verticale mediante idonea attrezzatura.

Per evitare i raffreddamenti i mezzi di trasporto del conglomerato dovranno essere muniti di telone di copertura.

La temperatura del conglomerato all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la vibrofinitrice, non dovrà essere in ogni caso inferiore a 130 gradi C.

I rulli compattatori utilizzati dovranno essere di tipo approvato dalla D.L. e comunque in grado di assicurare il raggiungimento della densità prevista. Al termine della compattazione lo strato di base dovrà avere una densità uniforme in tutto lo spessore non inferiore al 97% di quella Marshall dei provini, rilevata all'impianto o alla stesa.

La superficie degli strati dovrà presentarsi priva di irregolarità e di ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 ml. posta in qualsiasi direzione sulla superficie finita di ciascun strato dovrà aderirvi uniformemente. Saranno tollerati scostamenti contenuti nel limite massimo di 10 mm.

Nel caso di posa di conglomerati su strade fuori del centro edificato o comunque in presenza di banchina non pavimentata, occorre provvedere allo smusso del bordo esterno della pavimentazione bituminosa al fine di evitare la formazione di gradini rispetto alla banchina stessa.

Tale operazione è da eseguire manualmente a caldo immediatamente dopo la stesura con la vibrofinitrice e prima della rullatura. Si procede poi alla successiva sabbiatura del bordo previa stesa di emulsione bituminosa in ragione di kg. 0.5/mq.

## *ART 11 LAVORI STRADALI - STRATI DI COLLEGAMENTO IN CONGLOMERATO BITUMINOSO*

Per gli strati di collegamento in conglomerato bituminoso vale quanto prescritto per gli strati di base in conglomerato bituminoso con le seguenti eccezioni :

- L'equivalente in sabbia dell'aggregato fino della miscela dovrà essere non inferiore al 55% .
- La miscela degli aggregati da usarsi per lo strato di collegamento dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso.

CRIVELLI E SETACCI UNI	% PASSANTE IN PESO
Crivello 25	100
Crivello 15	65 - 100
Crivello 10	50 - 80
30 - 60	
Setaccio 2	20 - 45
Setaccio 0,4	7 - 25
Setaccio 0,18	5 - 15
Setaccio 0,075	4 - 8

- Il tenore di bitume dovrà essere compreso fra il 4 ed il 5,5% del peso a secco degli aggregati.
- Il valore della stabilità Marshall dovrà essere non inferiore a 900 Kg., quello della rigidità Marshall non inferiore a 300. La percentuale di vuoti sui provini Marshall dovrà essere compresa fra il 3 ed il 7%.

## *ART 12 STRATI DI USURA IN CONGLOMERATO BITUMINOSO*

Per gli strati di usura in conglomerato bituminoso vale quanto prescritto per gli strati di base in conglomerato bituminoso con le seguenti eccezioni :

- L'equivalente in sabbia dell'aggregato fino della miscela dovrà essere non inferiore al 55%
- La miscela degli aggregati da usarsi per lo strato di collegamento dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

CRIVELLI E SETACCI UNI	% PASSANTE IN PESO
Crivello 15	100
Crivello 10	70 - 100
Crivello 5	43 - 67
Setaccio 2	25 - 45
Setaccio 0,4	12 - 24
Setaccio 0,18	7 - 15
Setaccio 0,075	6 - 11

- Il tenore di bitume dovrà essere compreso fra il 4,5 ed il 6,5% del peso a secco degli aggregati. - Il valore della stabilità Marshall dovrà essere non inferiore a 1000 Kg., quello della rigidità Marshall non inferiore a 300. La percentuale di vuoti sui provini Marshall dovrà essere compresa fra il 3 ed il 6%.

- Il volume dei vuoti residui a rullatura terminata dovrà essere compreso fra il 4 e l'8%

Ad un anno dall'apertura al traffico il volume dei vuoti residui dovrà essere compreso fra il 3 ed il 6% , l'impermeabilità dovrà essere praticamente totale, il coefficiente di permeabilità misurato su uno dei provini Marshall, in permeametro a carico costante di 50 cm. di acqua, non dovrà essere inferiore a 10 -6 cm./sec.

L'aderenza misurata con SKIP test dovrà essere a lavori ultimati < 65 e dopo un anno < 55.

- La miscela verrà stesa dopo una accurata pulizia della superficie di posa mediante spazzatura e ventilazione nonché eventuale lavaggio. Prima della posa verrà steso un velo di emulsione bituminosa acida o basica in ragione di Kg. 0,8/mq.

- La tolleranza nella misura delle ondulazioni eseguita con l'asta di 4 ml. sarà di 4 mm.

### *ART 13 BITUME MODIFICATO*

Per applicazioni impegnative, e comunque ogni qualvolta si riscontri, a giudizio insindacabile della D. L., l'esigenza di modificare le proprietà reologiche dei leganti bituminosi normali, e in ogni caso, di migliorare le caratteristiche prestazionali dei conglomerati dovranno essere impiegati bitumi modificati, come sotto definiti, fine di determinare: un aumento dell'intervallo di elasto-plasticità e quindi la riduzione della suscettibilità termica; un aumento dell'adesione; un aumento della viscosità.

La modifica delle proprietà reologiche dovrà inoltre conseguire, nei conglomerati bituminosi, una maggiore resistenza alle sollecitazioni termiche e dinamiche( comportamento a fatica). I tipi, i dosaggi e le tecniche di impiego, dovranno ottenere il preventivo benessere della D.L..

Poiché il processo d'interazione chimico - fisica dell'elastomero col bitume è condizionata dalla origine del bitume, dalla scelta della temperatura di miscelazione, dal contenuto ottimale di polimero e dalla sua costanza qualitativa, sarà obbligo dell'impresa presentare in tempo utile, una dettagliata relazione riguardante:

- qualità, caratteristiche, quantità ed affinità dei componenti il legante elastomerizzato;
- modalità e schemi operativi di produzione, nonché le temperature di processo, i tempi di miscelazione, i tempi utili di stoccaggio alle diverse temperature;
- i dati della caratterizzazione chimico - fisica e reologica del legante elastomerizzato che dovranno comunque rientrare fra quelli di seguito elencati:

BITUME MODIFICATO CON ELASTOMERI SBS	METODI DI PROVA	CARATTERISTICHE TECNICHE
Punto di rammollimento P.A.	CNR 35/73	< 65°C
Penetrazione a 25° C	CNR 24/71	50-70 dmm
Penetrazione a 25°C	dopo RTSOT	Delta T < 65 %
Punto di rottura FRAASS	CNR 43/74	< = - 15° C
Intervallo elasto-plastico	P.A. - FRAASS	> = 70° C
Duttilità a 25° C	CNR 44/74	> = 100 cm
Viscosità dinamica:		
a 60° C	CEN EN143	>= 1500
a 160° C	CEN EN 143	>= 0.3-0.6 a
180° C	CEN EN 143	>= 0.10-0.30
Ritorno elastico:		
a 10° C	vedi nota 1	>= 70%
a 25° C	vedi nota 1	>= 80%
Stabilità allo stoccaggio a caldo	vedi nota 2	>= 3°C

#### TEMPERATURE TIPICHE

Stoccaggio: fino a circa 3 giorni	max 170° C	
fino a circa 15 giorni		max 140-150° C
prolungato	90-100° C	
Pompabilità	> 125° C	
Impasto	160-170° C	
Spruzzatura	165-170° C	

#### NOTA 1:

Determinazione del ritorno elastico dei bitumi modificati - (prova basata sul metodo DIN 52013)-

##### Scopo della prova

Questo metodo serve a valutare il ritorno elastico dei bitumi modificati mediante misure dirette ed effettuate in determinate condizioni di prova sui provini sottoposti a deformazione di trazione nell'apparecchio duttilometro di cui alle Norme CNR BU n° 44 del 29.10.74. Apparecchiature di prova Si fa riferimento alle Norme CNR BU n° 44/74 con l'avvertenza che, alla temperatura di prova, la densità del bagno d'acqua del duttilometro e quella del provino di bitume in esame (CNR BU n° 67 del 22.5.78) devono essere praticamente uguali.

A tale scopo e all'occorrenza, la densità del liquido del bagno deve essere modificata additivando il bagno con alcol metilico o cloruro di sodio. Preparazione del campione

Si rimanda alle norme CNR BU 44/74, raccomandando di riscaldare il campione alla temperatura più bassa possibile e comunque non superiore a 150° C. Preparazione dei provini

Si rimanda alla norma CNR BU 44/74.

##### Temperatura di prova

La prova può essere effettuata a qualsiasi temperatura compresa fra + 5° C e +25° C, che va mantenuta costante per tutta la durata della prova stessa con tolleranza di + - 0.5° C; normalmente viene adottata una delle seguenti temperature: +10° C, +15° C, +25° C. Esecuzione della prova

Nel bagno d'acqua del duttilometro, condizionato alla temperatura di prova, si assicurano gli anelli delle due ganasce del provino agli appositi apparecchi e si procede al mutuo allontanamento delle ganasce con la velocità costante di 5 cm/minuto, fino ad un allungamento del provino pari a  $20 \pm 0.1$  cm.

Si arresta allora il movimento di allungamento e si lascia riposare il provino per 5 minuti, quindi lo si taglia a metà lunghezza con la forbice.

Dopo altri 60 minuti si misura il ritorno elastico R.E.(\*) che è dato dalla distanza formatasi fra le due estremità libere del provino, espresse in cm, con l'approssimazione della prima cifra decimale.

La determinazione si considera normale ed il risultato accettabile, quando il provino di bitume fra le due ganasce - sia nella fase di allungamento che in quella di ritorno libero - non viene mai a contatto con la superficie o con il fondo del bagno del duttilometro.

In difetto, la determinazione deve essere rifatta - dopo avere ulteriormente modificato la densità del liquido del bagno come indicato in precedenza - in modo che nessuna parte del provino salga in superficie o tocchi il fondo del bagno. Espressione dei risultati

Per ogni determinazione normale, il risultato elastico deve essere espresso come percentuale dell'allungamento del provino:

$$\text{R.E.}(\%) = 100 \text{ R.E.}(\text{cm})/20$$

Il risultato R.E:% della prova, è dato dalla media aritmetica dei valori ottenuti con tre determinazioni normali, purché la maggiore differenza fra questi valori non superi il 15% di tale media.

In caso contrario si deve ripetere la prova e, se la discordanza persiste, si devono segnalare i 6 valori singoli e si assume come risultato della prova la media aritmetica dei 3 valori minori fra le 6 determinazioni normali effettuate.

Contestualmente al risultato deve essere precisata la temperatura alla quale la prova è stata eseguita.

#### NOTA 2:

Prova di verifica della stabilità di un bitume modificato allo stoccaggio a caldo.

##### Scopo della prova

Questo metodo di prova serve a valutare la stabilità di un bitume modificato allo stoccaggio a caldo, e si effettua mediante la determinazione della differenza fra il punto di rammollimento P.A. del terzo superiore e quello del terzo inferiore di un provino cilindrico del bitume in esame, dopo averlo mantenuto per tre giorni alla temperatura massima di stoccaggio. Apparecchiatura di prova

- 1) tubetti cilindrici di circa 3 cm di diametro e 16 cm di altezza, di alluminio sottile, pieghevole, non verniciato;
- 2) stufa con regolazione termostatica fino a  $200^{\circ}\text{C}$  con precisione di  $\pm 1^{\circ}\text{C}$  ;
- 3) freezer;
- 4) apparecchiatura per la determinazione del punto P.A. del bitume (CNR BU n° 35/73).

##### Procedimento

Dopo aver chiuso un tubetto ad una estremità, stringendola e ripiegandola più volte per un totale di 3 cm in modo da ottenere un fondo piatto, vi si versa 75 g circa del bitume riscaldato alla temperatura minima di colabilità, evitando inclusioni di aria, e si lascia raffreddare completamente; la parte superiore del tubetto viene allora stretta e piegata ripetutamente in maniera tale che in esso non rimanga praticamente più aria.

Il tubetto preparato viene sistemato verticalmente nella stufa e mantenuto per 3 giorni alla temperatura massima di stoccaggio, corrispondente a quella massima di impiego e tipica per il bitume modificato in esame; al termine, si toglie, si toglie il tubetto dalla stufa e, dopo raffreddamento a temperatura ambiente, lo si raffredda ulteriormente in freezer in modo che il provino di bitume possa essere separato dall'involucro di alluminio.

Si taglia quindi il provino cilindrico di bitume perpendicolarmente al suo asse in tre parti di eguale altezza e si scarta quella centrale; sulle parti inferiore e superiore si determina separatamente il punto P.A. con l'approssimazione della prima cifra decimale. Espressione dei risultati

La stabilità allo stoccaggio a caldo è espressa dalla differenza fra i punti di rammollimento delle due parti estreme del provino.

##### Valutazione ed accettazione dei risultati

Il bitume in esame si considera stabile allo stoccaggio a caldo se la suddetta differenza non supera i  $3^{\circ}\text{C}$ .

## **ART 14 CONGLOMERATO BITUMINOSO DI USURA DRENANTE FONOASSORBENTE:**

### **14.1. Descrizione**

La parte superiore della sovrastruttura stradale sarà, costituita da uno strato di conglomerato bituminoso steso a caldo, e precisamente: da uno strato superiore di usura, secondo quanto stabilito dalla Direzione Lavori.

Il conglomerato sarà costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, sabbie ed additivi, secondo le definizioni riportate nell' Art. 1 delle norme C.N.R., fascicolo n. 4/1953 “norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali”, mescolati a caldo con bitume modificato e verrà steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e compattato con rulli lisci. Scopo della curva di tipo DRENANTE FONOASSORBENTE è di realizzare un conglomerato poroso per conseguire due obiettivi specifici:

- migliorare la sicurezza del traffico (in caso di pioggia, eliminazione dell'effetto acquaplaning e forte riduzione dell'effetto spray dei pneumatici);
- ridurre l'inquinamento acustico (riduzione dell'attrito tangenziale dei pneumatici sull'asfalto).

Il piano di posa dovrà essere impermeabile ed avere una pendenza trasversale sufficiente per assicurare il drenaggio dell'acqua e lo scarico nelle cunette o scivoli laterali. A tale scopo lo spessore finito dovrà essere di 4 - 5 cm.

### **14.2. Materiali inerti**

Il prelievo dei campioni di materiali inerti, per il controllo dei requisiti di accettazione appresso indicati, verrà effettuato secondo le norme C.N.R., Capitolo II del fascicolo 4/1953. Per il prelevamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione, così come per le modalità di esecuzione delle prove stesse, valgono le prescrizioni contenute nel fascicolo C.N.R. B.U n. 93 (11-71983). L'aggregato grosso dovrà essere ottenuto per frantumazione ed essere costituito da elementi sani, duri, durevoli, poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere o da materiali estranei. L'aggregato grosso sarà costituito da materiali che potranno anche essere di provenienza o natura petrografica diversa, purché alle prove appresso elencate, eseguite su campioni rispondenti alla miscela che si intende formare, risponda ai seguenti requisiti:

- il materiale deve provenire da frantumazione di rocce silicee eruttivo magmatiche;
- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature (C.N.R. 34/1973), inferiore od uguale al 18%;
- coefficiente di levigabilità accelerata (C.N.R. 140), maggiore di 0,40; coefficiente di forma maggiore di 0,15;
- coefficiente di appiattimento (AFNOR P 18-561) per ogni classe di aggregati, minore di 10;
- coefficiente di imbibizione (C.N.R. 4/1953), inferiore a 0,015; materiale non idrofilo (C.N.R. 4/1953), con limitazione per la perdita in peso allo 0,7%;

L'aggregato fino sarà costituito da sabbie di frantumazione che dovranno soddisfare ai requisiti dell' Art. 5 delle norme C.N.R. fascicolo n. 4 del 1953 ed in particolare:

- equivalente in sabbia (C.N.R. 27/1972), maggiore di 70;

Gli additivi minerali (fillers) saranno costituiti da polvere di rocce preferibilmente calcaree o da cemento, calce idrata, calce idraulica e dovranno risultare alla setacciatura per via secca per il 100% al setaccio n. 40 ASTM, per almeno il 90% al setaccio n. 80 ASTM e per almeno il 70% al setaccio n. 200 ASTM. Per fillers diversi da quelli sopra indicati è richiesta la preventiva approvazione della Direzione dei Lavori in base a prove e ricerche di laboratorio.

### **14.3. Legante - bitume modificato**

Dovranno essere impiegati bitumi modificati mediante l'opportuna additivazione di idonei polimeri al fine di determinare un aumento dell'intervallo di plasticità (riduzione della suscettibilità termica), un aumento dell'adesione ed un aumento della viscosità. La modifica delle proprietà reologiche dovrà inoltre conseguire nei conglomerati bituminosi, una maggiore resistenza alle sollecitazioni ed alla loro ripetizione (comportamento a fatica). Il dosaggio dei polimeri suscettibili di impiego potrà variare a

secondo delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto, tra il 5 e l'8% sul peso del bitume. I tipi, i dosaggi e le condizioni di impiego, dovranno ottenere il preventivo benessere della DL. Il legante modificato dovrà essere prodotto in appositi impianti capaci di dosare e disperdere perfettamente i polimeri nel bitume e dovrà presentare caratteristiche di costanza qualitativa, verificata da laboratori attrezzati. Lo stoccaggio dovrà avvenire in apposito serbatoio riscaldato, coibentato e preventivamente svuotato dal bitume preesistente. Il prelevamento dei campioni di bitume dovrà avvenire secondo la norma EN 58. I dati della caratterizzazione chimico-fisica e reologica del legante elastomerizzato dovranno rientrare fra quelli di seguito indicati:

Tipo di prova	Metodo di prova	Caratteristiche richieste
Punto di rammollimento P.A.	EN 1427	superiore a 85 °C
Penertazione a 25°C	EN 1426	50 - 70 dmm
Punto di rottura Fraass	EN 12593	< -19°C
Viscosità dinamica a 100°C	ASTM D 4402	80 - 150 Pa*s
Viscosità dinamica a 160°C	ASTM D 4402	superiore a 0,8 Pa*s
Ritorno elastico a 25°C	EN 13398	min. 85%
Stabilità allo stoccaggio:	EN 13399	
- sulla penetrazione		± 5 dmm dall'originale
- sul rammollimento		± 3°C dall'originale
Invecchiamento (RTFOT)	EN 12607	
- sulla penetrazione		> 70% dell'originale
- sul rammollimento		± 5°C dall'originale
- Viscosità dinamica a 100°C	ASTM D 4402	120 - 300 Pa*s
Coesione a 5°C	Pr EN	min. 5 J/cm <sup>2</sup>

#### 14.4. Miscela

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

Serie setacci ASTM	Maglie mm	Passante % totale in peso
Setaccio 5/8"	16	100
Setaccio 1/2"	12,7	85-100
Setaccio 3/8"	9,5	15 - 100
Setaccio 5/16"	8,0	14 - 25
Setaccio 1/4"	6,35	13 - 23
Setaccio N°4	4,76	12 - 21
Setaccio N°10	2	8 - 16
Setaccio N°40	0,42	7 - 12
Setaccio N°80	0,18	6 - 10
Setaccio N°200	0,075	6 - 8

Il legante bituminoso dovrà essere compreso tra il 4,5% ed il 5,0% riferito al peso totale degli aggregati. Il contenuto di bitume della miscela dovrà comunque essere quello necessario all'ottimizzazione delle caratteristiche di seguito riportate. Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- resistenza meccanica tale da sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli sia in fase dinamica che statica, anche sotto le più alte temperature estive, senza peraltro manifestare comportamenti negativi durante i mesi invernali; il valore della stabilità Marshall (C.N.R. 30-1973) eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia dovrà essere di almeno 550 Kg. Lo scorrimento Marshall, misurato sugli stessi provini, dovrà essere compreso fra

- 2 e 4. Inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 220;
- b) la resistenza alla prova di trazione indiretta (C.N.R. B.U. 134) a 25°C di almeno 0,6 N/mm<sup>2</sup>;
  - c) la perdita alla prova Cantabro (provino Marshall per 300 giri nell' apparecchiatura "Los Angeles"), deve essere inferiore al 20%;
  - d) la percentuale dei vuoti dei provini Marshall deve essere superiore al 18%.

La temperatura di compattazione dei provini Marshall dovrà essere uguale o superiore a quella di stesa; non dovrà però superare quest'ultima di oltre 10°C.

#### **14.5. Controllo dei requisiti di accettazione**

L'Impresa ha l'obbligo di fare eseguire prove sperimentali sui campioni di aggregato e di legante per la relativa accettazione. L'Impresa è poi tenuta a presentare, con congruo anticipo rispetto all'inizio dei lavori e per ogni cantiere di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare; ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali l'Impresa ha ricavato la ricetta ottimale. Una volta accettata dalla DL la composizione proposta, l'Impresa dovrà ad essa attenersi rigorosamente comprovandone l'osservanza con controlli giornalieri. Non saranno ammesse variazioni del contenuto di aggregato grosso superiore a  $\pm 3,5\%$  e di sabbia superiore  $\pm 2\%$  sulla percentuale corrispondente alla curva granulometrica prescelta, e di  $\pm 1\%$  sulla percentuale di additivo. Per la quantità di bitume non sarà tollerato uno scostamento dalla percentuale stabilita di  $\pm 0,2\%$ . Tali valori dovranno essere verificati con le prove sul conglomerato bituminoso prelevato all'impianto come pure dall'esame delle carote prelevate in sito. In ogni cantiere di lavoro dovrà essere installato a cura e spese dell'Impresa un laboratorio idoneamente attrezzato e condotto da personale appositamente addestrato per le prove ed i controlli in corso di produzione. In quest'ultimo laboratorio dovranno essere effettuate, quando necessarie ed almeno con frequenza giornaliera:

la verifica granulometrica dei singoli aggregati approvvigionati in cantiere e quella degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione;

la verifica della composizione del conglomerato bituminoso (granulometria degli inerti, % di bitume,

% di additivo) prelevando lo stesso all'uscita del mescolatore o a quella della tramoggia di stoccaggio;

la verifica delle caratteristiche Marshall del conglomerato e precisamente: peso di volume (C.N.R. B.U.

n. 40/73) media di due prove; percentuale dei vuoti (C.N.R. B.U. n. 39/73) media di due prove; stabilità e rigidità Marshall (C.N.R. B.U. n. 30/73);

Inoltre con la frequenza necessaria saranno effettuati periodici controlli delle bilance, delle tarature dei termometri dell'impianto, la verifica delle caratteristiche del bitume, la verifica dell'umidità residua degli aggregati minerali all'uscita dell'essiccatore ed ogni altro controllo ritenuto opportuno. In cantiere dovrà essere tenuto apposito registro numerato e vidimato dalla DL sul quale l'Impresa dovrà giornalmente registrare tutte le prove ed i controlli effettuati. In corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni la DL effettuerà, a sua discrezione, tutte le verifiche, prove e controlli atti ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni contrattuali.

#### **14.6. Formazione e confezione delle miscele.**

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi autorizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte. La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati. L'impianto dovrà comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di progetto. Il dosaggio dei componenti della miscela dovrà essere eseguito a peso mediante idonea apparecchiatura la cui efficienza dovrà essere costantemente controllata. Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo. La zona destinata all'ammannimento degli inerti sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possano compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e

l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura. Il tempo di mescolazione effettivo sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto e dell'effettiva temperatura raggiunta dai componenti la miscela, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante; comunque esso non dovrà mai scendere al di sotto dei 25 secondi. La temperatura degli aggregati all'atto della mescolazione dovrà essere compresa tra 150°C e 170°C e quella del legante tra 150°C e 170°C, salvo diverse disposizioni della DL in rapporto al tipo di bitume impiegato. Per la verifica delle suddette temperature, gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti dovranno essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati. L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non dovrà di norma superare lo 0,2%.

#### **14.7. Preparazione del piano di posa**

Si dovrà provvedere alla stesa di una uniforme mano di attacco impermeabilizzante in bitume modificato (le caratteristiche di tale bitume sono le stesse di quello usato per il confezionamento del conglomerato) nella quantità compresa tra kg/m<sup>2</sup> 1,0 e 2,0 (secondo le indicazioni della DL); si potrà usare anche una emulsione di bitume modificato a rapida rottura, spruzzata in quantità tale da avere come residuo secco quanto prescritto. Si dovrà provvedere quindi al successivo spargimento di uno strato di graniglia 8/12 mm della stessa natura chimica di quella usata per il conglomerato (prebitumata con lo 0,6 - 0,8% di bitume sul peso degli inerti di pen. 50/70 dmm), nella quantità di 8-10 litri/m<sup>2</sup>, come strato antiaderente per i mezzi d'opera ed alla sua immediata rullatura per favorirne l'adesione alla mano di attacco. L'eventuale eccesso di graniglia o comunque quella non ancorata, dovrà essere eliminata mediante motospazzatrice aspirante.

#### **14.8. Posa in opera delle miscele.**

La miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito dopo che sia stata accertata dalla DL la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati. La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla DL, in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismo di autolivellamento. Le vibrofinitrici dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazioni degli elementi litoidi più grossi. Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di 2 o più finitrici. Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura. I giunti trasversali, derivanti dalle interruzioni giornaliere, dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzerramento. La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno cm 20 e non cadano mai in corrispondenza delle 2 fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti. Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa, dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni. La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 140°C. La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possano pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro; gli strati eventualmente compromessi (con densità inferiori a quelle richieste) dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a cura e spese dell'Impresa. La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza soluzione di continuità. La compattazione sarà realizzata a mezzo di rulli a ruote metalliche da 8 - 12 tonnellate non vibranti, a rapida inversione di marcia e con ruote motrici rivolte verso la finitrice. La rullatura dovrà iniziare con il costipamento della giunzione longitudinale con la striscia adiacente, passando quindi sull'altro lato della nuova striscia, procedendo poi gradatamente verso il centro, e tornando infine sulla giunzione. Al termine della compattazione, lo strato dovrà avere le seguenti caratteristiche:

densità uniforme in tutto lo spessore non inferiore al 96% di quella Marshall dello stesso giorno rilevata all'impianto o alla stesa, con vuoti residui superiori al 20%. Tale valutazione sarà eseguita sulla produzione giornaliera secondo la norma B.U. C.N.R. 40-1973, su carote di 10 - 15 cm di diametro; il

valore risulterà dalla media di due prove. resistenza di attrito radente (BNP), dopo 15 gg di apertura al traffico, non inferiore a 60 (CNR B.U.

N°105); capacità di smaltimento superiore a 7 litri/min (permeometro Belga); riduzione del livello sonoro fra prima e dopo la stesa, dovuto all'attrito fra pneumatici e la superficie stradale, non inferiore a 3 decibel, misurato ad una distanza dalla sede stradale non superiore a 10 metri mediante fonometro (norma UNI-ISO 7188).

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso. La superficie degli strati dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga m 4, posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato dovrà aderirvi uniformemente. Il tutto nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto.

## **ART 15 MANTI DI USURA SPECIALI REALIZZATI CON CONGLOMERATI BITUMINOSI TIPO GAP GRADED CONFEZIONATI CON BITUMI MODIFICATI MEDIANTE L'AGGIUNTA DI POLIMERI SBR/NR SECONDO PROCESSO WET**

### **GENERALITÀ E DEFINIZIONI**

I manti di usura tipo gap graded fanno parte di quella tipologia di conglomerati bituminosi detti di nuova generazione, impiegati per la realizzazione di manti di usura speciali, sono delle miscele che grazie alle particolari caratteristiche granulometriche e alla elevata qualità dei materiali costituenti, consentono di ottenere buone prestazioni in termini di durabilità, prestazioni meccaniche e sicurezza stradale.

Il contributo fornito alla sicurezza stradale da questi manti è elevato e ciò suggerisce una loro maggiore applicazione sia nella costruzione di nuove pavimentazioni, sia nel rifacimento del manto di usura di pavimentazioni esistenti.

I conglomerati gap graded additivati con polimeri SBR/NR sono tappeti di usura antisdrucchiolo, aventi spessori in opera di almeno 30 mm, costituiti da una miscela di pietrischetti, graniglie, frantumati, sabbie di sola frantumazione e additivo (filler), impastata a caldo in appositi impianti con bitume modificato con polimeri SBR/NR. Il legante impiegato per il confezionamento della miscela consiste in un bitume modificato con polimero di gomma riciclata di pneumatici fuori uso, incorporata nel bitume tramite processo wet. Questo conglomerato, chiuso e totalmente impermeabile agli strati sottostanti, è stato studiato per migliorare l'aderenza, impermeabilizzare la struttura sottostante e l'abbattimento del rumore causato dal traffico veicolare.

### **QUALIFICAZIONE DEI MATERIALI**

#### **15.1 Aggregati**

La fase solida dei conglomerati per manti di usura tipo gap graded additivati con polimeri SBR/NR è costituita da aggregati lapidei di primo impiego costituiti da elementi totalmente frantumati, sani, duri, di forma poliedrica, esenti da polveri e materiali estranei. I granuli non dovranno mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare. La miscela degli inerti è costituita dall'insieme degli aggregati grossi, degli aggregati fini e del filler, che può provenire dalla frazione fina o essere aggiunto.

Gli aggregati impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043.

#### **15.2 Aggregato grosso**

Designazione attribuita agli aggregati di dimensioni più grandi con  $D$  minore o uguale a 45 mm e con  $d$  maggiore o uguale a 2 mm, dove con  $D$  si indica la dimensione dello staccio superiore e con  $d$  quella dello staccio inferiore. La designazione dell'aggregato grosso dovrà essere effettuata mediante le dimensioni degli stacci appartenenti al gruppo di base abbinati agli stacci del gruppo 2 della UNI EN 13043.

Sarà costituito da pietrischi, pietrischetti e graniglie che potranno essere di provenienza e natura petrografia diversa (preferibilmente basaltica), aventi forma poliedrica a spigoli vivi che soddisfino i requisiti indicati nella

Tabella. Per la miscela di aggregato grosso deve essere misurato il valore di levigabilità (PSV) per ogni provenienza o natura petrografica del materiale utilizzato: il valore di PSV misurato sulla pezzatura minima passante allo staccio di 10 mm e trattenuta allo staccio a barre a 7,2 mm, deve essere  $\geq 50$ .

**Tabella 1 Requisiti dell'aggregato grosso**

Indicatori di qualità				Categoria UNI EN 13043
Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore	
Los Angeles	UNI EN 1097-2	%	$\leq 20$	$LA_{20}$
Quantità di frantumato	UNI EN 933-5	%	100	$C_{100/0}$
Dimensione max	UNI EN 933-1	mm	8	-
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	%	$\leq 4$	$F_4$
Spogliamento	UNI EN 12697-11	%	0	-
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	$\leq 1$	$f_1$
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3	%	$\leq 20$	$FI_{20}$
Indice di forma	UNI EN 933-4	%	$\leq 15$	$SI_{15}$
Porosità	UNI EN 1936	%	$\leq 1,5$	-
PSV	UNI EN 1097-8	%	$\geq 50$	$PSV_{50}$

### 15.3 Aggregato fine

Designazione attribuita agli aggregati di dimensioni più piccole con  $D$  minore o uguale a 2 mm e contenente particelle che sono per la maggior parte trattenute su uno staccio di 0.063 mm.

La designazione dell'aggregato fine dovrà essere effettuata secondo la norma UNI EN 13043. Per motivi di congruenza con le pezzature fini attualmente prodotte in Italia, è permesso l'impiego come aggregato fine anche di aggregati in frazione unica con dimensione massima  $D = 4$  mm.

Esso deve essere costituito esclusivamente da sabbie ricavate per frantumazione di rocce e da elementi litoidi di fiume e deve possedere le caratteristiche riassunte nella Tabella.

Il trattenuto allo staccio di 2 mm non deve superare il 10% qualora gli aggregati fini provengano da rocce aventi un valore di PSV  $\leq 50$ .

**Tabella 2 Requisiti dell'aggregato fine**

Indicatori di qualità			VALORE	Categoria UNI EN 13043
Parametro	Normativa	Unità di misura		
Equivalente in Sabbia	UNI EN 933-8	%	$\geq 80$	-
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	$\leq 3$	$f_3$

Il **filler**, frazione passante per la maggior parte allo staccio 0,063 mm, proviene dalla frazione fine degli aggregati oppure può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti. In ogni caso il filler per i manti di usura tipo gap graded additivati con polimeri SBR/NR deve soddisfare i requisiti indicati nella Tabella.

**Tabella 3 Requisiti del filler**

Indicatori di qualità			Valore	Categoria UNI EN 13043
Parametro	Normativa	Unità di misura		
Passante allo staccio	UNI EN 933-1	%	100	-

Indicatori di qualità			Valore	Categoria UNI EN 13043
Parametro	Normativa	Unità di misura		
0,125 mm				
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	≥ 80	-
Indice Plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12		N.P.	-
Vuoti Rigden	UNI EN 1097-4	%	28 - 45	$V_{28/45}$
Stiffening Power	UNI EN 13179-1	°C	8 - 16	$\Delta_{R\&B}8/16$

## 15.4 Legante

Il legante impiegato per il confezionamento di miscele tipo gap graded additivate con polimeri SBR/NR consiste in un bitume modificato con polverino di gomma riciclata di pneumatici fuori uso, incorporato nel bitume tramite processo “wet”. L’aggiunta a caldo del polverino di gomma, in ragione del 15÷22% riferito al peso totale del legante (bitume + polverino di gomma), modifica la struttura chimica e le caratteristiche fisico-meccaniche del bitume base.

I leganti a base di bitume impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all’appendice ZA delle norme europee armonizzate di riferimento: UNI EN 12591 per i bitumi puri per applicazioni stradali, UNI EN 14023 per i bitumi modificati, UNI EN 13808 per le emulsioni di bitume.

### 15.5 Bitume base

Il bitume base deve appartenere alla classe 50/70 definita dalla norma UNI EN 12591 e possedere un punto di rammollimento  $\geq 50^{\circ}\text{C}$ .

### 15.6 Additivo polimerico SBR/NR

L’additivo polimerico di tipo SBR/NR deve essere ottenuto dal riciclaggio di pneumatici di automobili o autocarri e deve possedere le seguenti caratteristiche:

- gomma di pneumatico, 100% vulcanizzata;
- assenza di fibra, tessuto, metallo o di qualsiasi altro materiale contaminante;
- dopo la triturazione deve presentarsi come una polvere, non incollata, di materiale granulare con un peso specifico di  $1,15 \pm 0,05 \text{ g/cm}^3$ ;
- quantità di polvere minerale, carbonato di calcio o talco (utilizzato per impedire l’aderenza delle particelle), non superiore al 4% del peso della gomma;
- contenuto d’acqua non superiore al 2% in peso, per evitare la formazione di bollicine d’aria durante il processo di miscelazione.

La granulometria del polverino di gomma deve rispettare i requisiti indicati nella Tabella 0.

**Tabella 0 Requisiti granulometrici additivo polimerico SBR/NR**

Serie stacci ISO 3310/1 (mm)		Passante totale in peso %
Staccio	2	100
Staccio	1,18	75 – 100
Staccio	0,6	25 – 100
Staccio	0,3	0 – 45
Staccio	0,15	0 – 10
Staccio	0,063	0 – 5

### 15.7 Bitume modificato

Le proprietà del bitume modificato utilizzato per il confezionamento di manti di usura tipo gap graded additivati con polimeri SBR/NR sono riportate nella Tabella . La determinazione delle caratteristiche fisiche e meccaniche del legante modificato deve essere eseguita non prima di 45 minuti dalla sua

produzione.

**Tabella 5 Requisiti del bitume modificato per manti di usura tipo gap graded additivati con polimeri SBR/NR**

<i>Parametro</i>	<i>Normativa</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Classe dichiarata</i>	<i>Valori richiesti</i>
Consistenza alle temperature intermedie di esercizio: penetrazione @25°C	UNI EN 1426	0,1mm	3	20 - 55
Consistenza alle temperature elevate di esercizio: punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	8	≥ 60
Punto di rottura FRAASS	UNI EN 12593	°C	4	≤ -7
Coessione (Force ductility @5°C)	UNI EN 13589	J/cm <sup>2</sup>	2	≥ 3
Recupero di deformazione (Ritorno elastico @25°C)	UNI EN 13398	%	4	≥ 60
Viscosità dinamica @175°C, 20rpm	UNI EN 13703	Pa*s	-	1,5 - 5,0
Stabilità allo stoccaggio: 3gg @180°C	Differenza penetrazione UNI EN 1426	0,1mm	2	≤ 9

### 15.8 Additivi

È escluso l'utilizzo di qualsiasi tipologia di fibre e/o additivi per il confezionamento di manti di usura tipo gap graded additivati con polimeri SBR/NR.

### MISCELA

### 15.9 Composizione della miscela

La miscela degli aggregati da adottarsi per i conglomerati bituminosi tipo gap graded additivati con polimeri SBR/NR deve avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso riportato in Tabella. Gli strati di usura tipo gap graded additivati con polimeri SBR/NR devono avere uno spessore di almeno 30 mm. La percentuale di bitume, riferita al peso degli aggregati, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa Tabella.

La quantità di bitume di effettivo impiego deve essere determinata mediante lo studio della miscela con metodo volumetrico su provini addensati con pressa giratoria secondo UNI EN 12697-31.

**Tabella 6 Requisiti granulometrici della miscela per conglomerati tipo gap graded additivati con polimeri SBR/NR**

Serie stacci UNI (mm)		Passante totale in peso %
Staccio	8	100
Staccio	6,3	90 – 100
Staccio	4	40 – 50
Staccio	2	19 – 29
Staccio	0,5	11 – 19
Staccio	0,25	8 – 16
Staccio	0,125	7 – 13
Staccio	0,063	7 – 11
Percentuale di bitume		8% – 9%
Spessore (mm)		≥ 30

Le caratteristiche richieste per i conglomerati bituminosi tipo gap graded additivati con polimeri SBR/NR sono riportate nella Tabella.

**Tabella 7 Requisiti della miscela per conglomerati tipo gap graded additivati con polimeri SBR/NR studiata con metodo volumetrico**

METODO VOLUMETRICO		
Condizioni di prova	Unità di misura	Valori
Velocità di rotazione	rotazioni/m in	30
Pressione verticale	kPa	600
Diametro del provino	mm	100
<i>Risultati richiesti</i>		
Vuoti a 10 rotazioni (*)	%	10 – 14
Vuoti a 50 rotazioni (*) (**)	%	3 – 6
Vuoti a 130 rotazioni (*)	%	≥ 2
Resistenza a trazione indiretta ITS a 25 °C (***) (UNI EN 12697-23)	N/mm <sup>2</sup>	≥ 0,7
Coefficiente di trazione indiretta CTI <sup>1</sup> a 25 °C (***) (UNI EN 12697-23)	N/mm <sup>2</sup>	≥ 50
Sensibilità all'acqua ITSR a 25 °C (***) (UNI EN 12697-12)	%	≥ 80
(*) Percentuale dei vuoti determinata secondo la UNI EN 12697-8		
(**) La massa volumica ottenuta con 50 rotazioni della pressa giratoria viene indicata nel seguito con D <sub>G</sub>		
(***) Su provini confezionati con 50 rotazioni della pressa giratoria		

### 15.10 Accettazione della miscela

Prima dell'inizio delle lavorazioni, l'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori lo studio di progetto della miscela che intende adottare, in originale e firmato dal responsabile dell'Impresa. Esso deve essere corredato da una completa documentazione degli studi effettuati e contenere i risultati delle prove di accettazione e d'idoneità della miscela di progetto e di tutti gli elementi che la compongono (aggregati, leganti, additivi). Durante i lavori l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente alla formulazione di progetto accettata, operando i controlli di produzione e di messa in opera secondo il Sistema di Qualità da essa adottato.

La D.L., in contraddittorio con l'impresa, in ogni momento e a suo insindacabile giudizio, in cantiere, alla stesa ed in impianto, potrà effettuare prelievi, controlli, misure e verifiche sia sui singoli componenti della miscela che sul prodotto finito, sulle attrezzature di produzione, accessorie e di messa in opera. L'esito positivo dei suddetti controlli e verifiche non elimina le responsabilità dell'Impresa sull'ottenimento dei risultati finali del prodotto in opera che sono espressamente richiamati in questo articolo.

### 15.11 Tolleranze sui risultati

Nella curva granulometrica saranno ammesse variazioni delle singole percentuali del contenuto di aggregato grosso di ± 3 punti percentuali, del contenuto di aggregato fine di ± 2 punti percentuali, del passante allo staccio UNI 0,063 mm di ± 1,5 punti percentuali.

Per la percentuale di bitume è tollerato uno scostamento di ± 0,25%.

Tali valori devono essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate all'impianto e alla stesa come

<sup>1</sup> Coefficiente di trazione indiretta:  $CTI = \frac{\pi \cdot D \cdot ITS}{2 \cdot D_c}$

dove:

ITS = resistenza a trazione indiretta espressa in N/mm<sup>2</sup>

D = diametro del campione espresso in mm

D<sub>c</sub> = spostamento di compressione a rottura espresso in mm

pure dall'esame delle carote prelevate in sito, tenuto conto per queste ultime della quantità teorica del bitume di ancoraggio.

## ESECUZIONE DEI LAVORI

### **15.12 Confezionamento della miscela**

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

In ciascun impianto, la produzione non deve essere spinta oltre la sua potenzialità, per garantire il perfetto essiccamento degli inerti, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati. Possono essere impiegati anche impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti della miscela sia eseguito a peso, mediante idonee apparecchiature la cui efficienza deve essere costantemente controllata.

L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione.

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

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

Il tempo di miscelazione deve essere stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 170°C e 190° C e quella del legante modificato tra 170° C e 190° C.

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

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo 0,25% in peso.

### **15.13 Preparazione della superficie di stesa**

Prima di iniziare la stesa del conglomerato bituminoso per manti di usura tipo gap graded additivati con polimeri SBR/NR va verificata l'efficienza delle opere per il deflusso delle acque. Se non sono rispettate le pendenze trasversali del piano di posa (sempre > 2,5%), questo deve essere risagomato; inoltre, devono essere verificate le condizioni di regolarità longitudinale e la presenza di ormaie, per valutare la necessità di eseguire un intervento preliminare di regolarizzazione del piano di posa dello strato di usura. Questi sono necessari qualora l'IRI sia maggiore di 1,8 mm/m e di 2,0 mm/m, rispettivamente per intervento su tutta o su parte della carreggiata, e le ormaie abbiano profondità maggiore di 10 mm. Eventuali interventi preliminari di risanamento profondo o di rinforzo della pavimentazione esistente, necessari a garantire la vita utile richiesta, devono essere previsti in fase di progettazione. È poi necessario provvedere ad una accurata pulizia della superficie stradale eliminando anche l'eventuale preesistente segnaletica orizzontale. Prima di iniziare la stesa dei manti di usura tipo gap graded additivati con polimeri SBR/NR è necessario stendere una adeguata mano d'attacco, realizzata con emulsione cationica modificata, che avrà lo scopo di garantire un perfetto ancoraggio con la pavimentazione esistente e prevenire la risalita di eventuali fessure dagli strati sottostanti. La mano d'attacco sarà eseguita con emulsione cationica stesa in ragione di 1,0 kg/m<sup>2</sup> mediante apposite macchine spanditrici automatiche in grado di assicurare l'uniforme distribuzione del prodotto ed il dosaggio previsto. L'emulsione bituminosa cationica modificata avrà le caratteristiche riportate nella Tabella 8. Per evitare il danneggiamento della membrana che potrebbe essere causata dall'adesione dei mezzi di cantiere alla stessa, si dovrà provvedere allo spandimento, con apposito mezzo, di graniglia prebitumata avente pezzatura 4-8 mm, in quantità di circa 6-8 l/m<sup>2</sup>. L'eccesso di graniglia non legata dovrà essere asportato mediante impiego di motospazzatrice. Ciascuna fornitura di emulsione bituminosa dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la

conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13808 per le emulsioni di bitume.

**Tabella 8 Requisiti della emulsione bituminosa cationica modificata (Tipo BITEMULSION 69 SAMI)**

Caratteristica essenziale	Unità di misura	Norma di riferimento	Classe dichiarata	Valori di riferimento
Contenuto di legante (per differenza contenuto d'acqua)	%	UNI EN 1428	Classe 9	67 - 71
Indice di rottura	Indice	UNI EN 13075-1	Classe 2	≤ 110
Viscosità a 40° C (foro da 4 mm)	sec	UNI EN 12846	Classe 5	5 - 70
Adesività con aggregati	%	UNI EN 13614	Classe 3	≥ 90
Residuo al setaccio 0,5 mm	%	UNI EN 1429	Classe 2	≤ 0,1
Residuo al setaccio 0,5 mm (7 giorni di stoccaggio)	%	UNI EN 1429	Classe 4	≤ 0,5
Tendenza alla sedimentazione (7 giorni di stoccaggio)	%	UNI EN 12847	Classe 3	≤ 10
Grado di acidità (PH)	/	UNI EN 12850	/	2 - 4
<b>Legante recuperato per evaporazione (UNI EN 13074)</b>				
Consistenza alle temperature intermedie di esercizio: Penetrazione a 25 °C	0,1 mm	UNI EN 1426	Classe 3	≤ 100
Consistenza alle temperature elevate di esercizio: Punto di rammollimento	°C	UNI EN 1427	Classe 2	≥ 60
Fragilità alle basse temperature di esercizio: Punto di rottura Fraass	°C	UNI EN 12593	Classe 4	≤ -15
Coesione (Force ductility test a 10°C)	J/cm <sup>2</sup>	UNI EN 13589 UNI EN 13703	Classe 6	≥ 2
Recupero di deformazione: Ritorno elastico a 25°C	%	UNI EN 13398	Classe 4	≥ 75

### 15.14 Posa in opera della miscela

La posa in opera dei manti di usura tipo gap graded additivati con polimeri SBR/NR viene effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

La velocità di avanzamento delle vibrofinitrici non deve essere superiore ai 3-4 m/min con alimentazione continua del conglomerato. Lo spessore dello strato deve essere posato per la sua intera altezza (spessore minimo di 30 mm) con un'unica passata, limitando il più possibile le interruzioni della stesa ed evitando interventi manuali per la correzione delle anomalie.

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

Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente. Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si deve procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

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

La sovrapposizione dei giunti longitudinali con quelli degli strati sottostanti deve essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 20 cm e non cadano mai in

corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

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

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la finitrice deve risultare in ogni momento non inferiore a 170° C.

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

Il conglomerato eventualmente compromesso deve essere immediatamente rimosso e successivamente lo strato deve essere ricostruito a spese dell'Impresa.

La compattazione del conglomerato deve iniziare appena steso dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

Il costipamento deve essere realizzato mediante rullo statico a ruote metalliche del peso massimo di 15t.

Al termine della compattazione la percentuale dei vuoti della miscela non dovrà essere maggiore del 2% rispetto a quella di progetto.

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La superficie degli strati deve presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed ondulazioni.

Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato deve aderirvi uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 5 mm.

La miscela bituminosa del manto di usura verrà stesa sul piano finito dello strato sottostante dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

## CONTROLLI

Il controllo della qualità dei conglomerati bituminosi per manti di usura tipo gap graded additivati con polimeri SBR/NR e della loro posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in sito.

### **15.15 Controllo delle forniture**

Oltre ai controlli iniziali, necessari per l'accettazione, anche in corso d'opera, per valutare che non si verifichino variazioni nella qualità dei materiali, devono essere effettuate prove di laboratorio su campioni prelevati in contraddittorio con la D.L..

Il controllo della qualità dei misti granulari di primo impiego deve essere effettuato mediante prove di laboratorio su campioni prelevati in impianto prima della miscelazione. Il controllo della qualità del bitume dovrà essere eseguito su campioni prelevati all'impianto direttamente dalla cisterna.

I requisiti da soddisfare sono riportati nella Tabella .

**Tabella 9 Controllo delle forniture**

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	REQUISITI RICHIESTI
Bitume	Cisterna	Tabella
Additivo polimerico SBR/NR	Impianto	Tabella 0
Aggregato grosso	Impianto	Tabella
Aggregato fine	Impianto	Tabella
Filler	Impianto	Tabella

## 15.16 Controllo della miscela prelevata al momento della stesa

Il prelievo del conglomerato bituminoso sfuso avverrà in contraddittorio al momento della stesa. Il tipo di prelievi da eseguire è riportato in Tabella. Sui campioni prelevati alla vibrofinitrice saranno effettuati, presso un laboratorio di fiducia dell'Amministrazione, i seguenti controlli:

- la percentuale di bitume (UNI EN 12697 -1/39);
- la granulometria degli aggregati (UNI EN 12697-2).

Inoltre, mediante la Pressa Giratoria saranno controllate le caratteristiche di idoneità della miscela. I provini confezionati mediante l'apparecchiatura Pressa Giratoria devono essere sottoposti a prova di resistenza a trazione indiretta a 25 °C (UNI EN 12697-23) e sensibilità all'acqua a 25 °C (UNI EN 12697-12).

I valori rilevati in sede di controllo dovranno essere conformi a quelli dichiarati nello studio di progetto della miscela di cui alla Tabella 6 e 7.

**Tabella 10 Controlli delle miscele prelevate al momento della stesa**

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	REQUISITI RICHIESTI
Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Caratteristiche risultanti dallo studio della miscela

## 15.18 Controlli prestrazionali sullo strato finito

Dopo la stesa, la Direzione Lavori preleverà, in contraddittorio con l'Impresa, delle carote per il controllo delle caratteristiche del conglomerato in opera e la verifica degli spessori. Il tipo di prelievo da eseguire è riportato nella Tabella.

Sulle carote verranno determinati:

- lo spessore dello strato (medio di quattro misure in ciascuna carota);
- la massa volumica;
- la percentuale dei vuoti residui.

Lo spessore dello strato verrà determinato, per ogni tratto omogeneo di stesa, facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate sulle carote estratte dalla pavimentazione, scartando i valori con spessore in eccesso, rispetto a quello di progetto, di oltre il 5%. Lo spessore medio dello strato deve essere non inferiore a quello previsto nel progetto.

La percentuale dei vuoti della miscela in sito, nel 95% dei prelievi, non dovrà essere maggiore del 2% rispetto a quella di progetto.

**Tabella 11 Controlli prestazionali sullo strato finito**

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE	REQUISITI RICHIESTI
Carote per spessori	Pavimentazione	Ogni 5000 m <sup>2</sup> di fascia di stesa	Spessore previsto in progetto
Carote vuoti in sito	Pavimentazione	Ogni 5000 m <sup>2</sup> di fascia di stesa	≤ % dei vuoti della miscela di progetto + 2%

## 15.19 Caratteristiche superficiali

Sulle pavimentazioni finite dovranno essere eseguite prove per il controllo dei valori di aderenza e macrotestitura superficiale dello strato di usura con le frequenze riportate in Tabella. Le misure di aderenza (resistenza ad attrito radente) eseguite con lo Skid Tester secondo la norma UNI EN 13036-4, dovranno fornire valori di BPN (British Pendulum Number) ≥ 70. La testitura superficiale, misurata con l'altezza di sabbia (HS), determinata secondo la metodologia riportata nella UNI EN 13036-1, deve risultare ≥ 0,5 mm.

**Tabella 12 Controllo delle caratteristiche superficiali**

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE E PRELIEVO	FREQUENZA PROVE	REQUISITI RICHIESTI
Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 10 m di fascia stesa	BPN $\geq$ 70
Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 10m di fascia stesa	HS $\geq$ 0,5 mm
Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 10 m di fascia stesa	F60 $\geq$ 0,23
Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 10m di fascia stesa	S <sub>p</sub> $\geq$ 45 km/h

In alternativa, per la misura dell'aderenza e della macrotestitura, potranno essere eseguite prove ad alto rendimento utilizzando una delle apparecchiature che hanno partecipato all'esperienza di armonizzazione dell'AIPCR (1992). Per il calcolo del parametro HS (MTD) da prove eseguite con profilometro laser l'elaborazione dei dati deve essere eseguita secondo la procedura prevista nella UNI EN ISO 13473-1.

I valori di aderenza ottenuti con tali attrezzature saranno ricondotti a valori di BPN utilizzando la relazione per il calcolo dell'IFI (AIPCR 1992), preventivamente accettata dalla D.L., con i coefficienti relativi alla particolare attrezzatura impiegata<sup>2</sup>; i valori dell'IFI (F60, S<sub>p</sub>) calcolati utilizzando le suddette attrezzature dovranno rispettare i valori limiti riportati in Tabella. Le misure di aderenza e di macrotestitura dovranno essere effettuate in un periodo compreso tra il 60° e il 180° giorno dall'apertura al traffico. Le tratte da misurare, aventi lunghezze pari almeno a 200 m, potranno essere localizzate nei punti dove a giudizio della D.L. la tessitura e/o la rugosità risulti non sufficiente o dubbia; in ogni caso, l'aderenza dovrà essere controllata per tutta l'estensione dell'intervento.

Per la valutazione delle caratteristiche di aderenza e tessitura superficiale si farà riferimento ai valori medi, ricavati dalle misure puntuali (passo 10 m) o dai valori già mediati ogni 50 m, relativi a ciascuna tratta omogenea in cui è possibile suddividere la tratta misurata; per tratte omogenee si intendono quei tratti di pavimentazione, nei quali ricadono almeno 12 valori dell'indicatore, distribuiti statisticamente secondo una distribuzione "normale"; i valori così ricavati dovranno risultare in accordo con le prescrizioni sopra riportate.

Le tratte omogenee saranno individuate con una procedura statistica.

Le misure di aderenza e di tessitura dovranno essere effettuate con un "passo di misura" di 10 m e i valori misurati potranno, eventualmente, essere mediati ogni 50 m per filtrare disomogeneità occasionali e localizzate delle superfici.

Ai fini di un controllo delle capacità dello strato di usura di ridurre la generazione del rumore da rotolamento sul profilo longitudinale acquisito utilizzando un profilometro laser in un periodo di tempo compreso tra il 15° e il 45° giorno dall'apertura al traffico, lo spettro di tessitura determinato secondo la

<sup>2</sup> Nel caso di misure di BFC eseguite con skiddometer BV11, i valori di BPN e IFI (F60; S<sub>p</sub>) si possono calcolare con la relazioni qui riportate, definite con un errore standard della stima pari a 0.029.

$$BPN = e^{\frac{50}{SP}} \cdot \left[ -2,1984 + 113,2513 \cdot BFC \cdot e^{\frac{0,17 \cdot V - 60}{SP}} - 2,1019 \cdot \left( \frac{HS - 0,2}{0,8} \right) \right]$$

$$F60 = 0,03964 + 0,85618 \cdot BFC \cdot e^{\left( \frac{0,17 \cdot V - 60}{SP} \right)} - 0,01589 \left( \frac{HS - 0,2}{0,8} \right)$$

dove:

BPN = resistenza di attrito radente (British Pendulum Number)

BFC = coefficiente di aderenza con ruota frenata (Braking Force Coefficient)

V = velocità di esecuzione della misura (km/h)

HS = altezza di sabbia (mm)

S<sub>p</sub> = -11,5981 + 113,63246 · HS (km/h)

(Articolo "L'aderenza su pavimentazioni della viabilità ordinaria misurata con dispositivo a ruota parzialmente frenata", M. Losa, R. Bacci, P. Leandri)

procedura prevista dalla ISO/CD 13473-4 deve preferibilmente rispettare i requisiti riportati in Tabella .

**Tabella 13 Spettro di tessitura**

Lunghezza d'onda $\lambda$ (mm)	Livello di tessitura $L_{tx}$ (dB)
63,0	$\leq 39,0$
50,0	$\leq 40,0$
40,0	$\leq 41,0$
31,5	$\leq 42,0$
25,0	$\leq 43,0$
20,0	$\leq 44,0$
16,0	$\leq 44,5$
12,5	$\leq 45,5$
10,0	$\leq 46,0$
8,00	$\geq 42,5$
6,30	$\geq 42,0$
5,00	$\geq 41,5$
4,00	$\geq 41,5$
3,15	$\geq 41,0$
2,50	$\geq 40,5$
2,00	$\geq 40,5$

Dalla miscela prelevata all'atto della stesa saranno confezionati tre campioni con Pressa Giratoria, ad un numero di rotazioni pari a 50. Sulla faccia superiore dei campioni così preparati e tagliati dello spessore pari a quello di progetto verranno controllate le capacità di fonoassorbimento mediante tubo di impedenza secondo la procedura definita nella UNI EN ISO 10534-2. I valori dei coefficienti di assorbimento acustico devono essere inferiori a quelli riportati in Tabella .

**Tabella 14 Controllo delle capacità di fonoassorbimento**

Frequenza (Hz)	400	500	630	800	1000	1250	1600
Coefficiente di assorbimento acustico	$\alpha \leq 0,10$						

**Regolarità**

L'indice I.R.I. (International Roughness Index), calcolato (come definito dalla World Bank nel 1986 - The International Road Roughness Experiment) a partire dal profilo longitudinale della pavimentazione, dovrà essere:

- inferiore a 1,8 mm/m nel caso di intervento con strato di superficie steso su tutta la carreggiata;
- inferiore a 2,0 mm/m nel caso di intervento limitato a una parte della carreggiata.

Le misure del profilo longitudinale interesseranno tutta l'estensione dell'intervento e dovranno essere eseguite in un periodo di tempo compreso tra il 15° ed il 180° giorno dall'apertura al traffico, utilizzando un profilometro laser, e dovranno essere effettuate con un "passo di misura" di 10 cm.

I valori dell'indice IRI verranno calcolati con un "passo" di 100 m a partire dal profilo longitudinale misurato. Per la valutazione della caratteristica di regolarità superficiale, nel caso di utilizzo dell'indice IRI, si farà riferimento ai valori medi, ricavati dai valori puntuali (passo 100 m), relativi a ciascuna tratta omogenea in cui è possibile suddividere la tratta misurata; i valori di IRI così ricavati dovranno risultare in accordo con le prescrizioni sopra riportate. Le tratte omogenee saranno individuate da un programma di calcolo collegato al programma di restituzione dei dati di regolarità.

**15.20 Tolleranze sui risultati e penali**

A discrezione della D.L. possono essere ammesse le seguenti tolleranze sui risultati delle prove di

controllo.

Per percentuali dei vuoti maggiori di quelli previsti al 0 verrà applicata una detrazione per tutto il tratto omogeneo a cui il valore si riferisce pari al 2,5% dell'importo dello strato per ogni 0,5% di vuoti in eccesso fino ad un massimo del 4%; valori dei vuoti in eccesso superiori al 4% comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Per valori di medi di BPN o F60, come definiti in precedenza per ciascuna tratta omogenea o per ciascuna tratta da 50 m, inferiori ai valori prescritti verrà applicata una detrazione dell'5% dell'importo dello strato per ogni unità di BPN in meno o una detrazione dell'7% per ogni 0,01 unità di F60 in meno, fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità appresso specificata. Tali detrazioni saranno calcolate con riferimento alla larghezza complessiva dello strato di rotolamento, anche se le misure interessano una sola corsia.

Per valori di medi di HS o  $S_p$ , come definiti in precedenza per ciascuna tratta omogenea o per ciascuna tratta da 50 m, inferiori ai valori prescritti lo strato di rotolamento (quello a diretto contatto con i pneumatici) verrà penalizzato del 50% del suo costo (da calcolare prendendo a riferimento la larghezza complessiva di tale strato anche se le misure interessano una sola corsia), fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità appresso specificata.

Le detrazioni determinate per i diversi parametri di controllo di aderenza e macrotessitura saranno cumulate fino ad un valore massimo del 50%.

I valori della soglia di non accettabilità sono:

$$\begin{array}{ll} \text{BPN} = 60 & \text{F60} = 0,16 \\ \text{HS} = 0,4 \text{ mm} & \text{Sp} = 34 \text{ km/h} \end{array}$$

Qualora il valore medio di aderenza (BPN o F60) o di macrotessitura (HS o  $S_p$ ), come definito in precedenza per ciascuna tratta omogenea o per ciascuna tratta da 50 m (misure di HS con profilometro laser) sia inferiore o uguale ai valori ritenuti inaccettabili si dovrà procedere gratuitamente all'asportazione completa con fresa dello strato per tutta la sua larghezza ed alla stesa di un nuovo strato; in alternativa a quest'ultima operazione si potrà procedere a cura e spese dell'Impresa alla realizzazione di un nuovo strato al di sopra di quello esistente, previa stesa di una mano di attacco.

Non sono ammesse tolleranze sui valori dei coefficienti di assorbimento acustico riportati in Tabella.

### **15.21 Tolleranze di esecuzione dei piani di progetto**

Per spessori medi inferiori a quelli di progetto, verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione del 2,5% del prezzo di elenco per ogni millimetro di materiale mancante, mentre carenze superiori al 20% dello spessore di progetto comporteranno la rimozione dello strato e la sua successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Qualora il valore medio di IRI, come definito in precedenza per ciascuna tratta omogenea, non soddisfi le condizioni richieste, lo strato di rotolamento (quello a diretto contatto con i pneumatici) verrà penalizzato del 15% del suo costo (da calcolare prendendo a riferimento la larghezza complessiva di tale strato anche se le misure interessano una sola corsia), fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità pari al valore di 3,5 mm/m.

Qualora il valore medio di IRI, come definito in precedenza per ciascuna tratta omogenea, sia maggiore o uguale a tale valore, si dovrà procedere gratuitamente all'asportazione completa con fresa dello strato per tutta la sua larghezza e alla stesa di un nuovo strato; il nuovo strato sarà comunque soggetto alle stesse condizioni di controllo e agli stessi requisiti di regolarità precedentemente descritti. Le detrazioni determinate per i diversi parametri di controllo saranno cumulate.

# CAPO TERZO

## SEGNALETICA ORIZZONTALE E VERTICALE

### *ART 16 SEGNALETICA:*

I materiali occorrenti per la produzione dei segnali e dei sostegni formanti oggetto del presente Capitolato Speciale d'Appalto, qualunque sia la loro provenienza, dovranno essere della migliore qualità nelle rispettive loro specie e si intendono accettati solo quando, a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, saranno riconosciuti conformi alle prescrizioni contenute nel presente Capitolato Speciale d'Appalto.

Salvo speciali prescrizioni, tutti i materiali forniti dovranno provenire da fabbriche, stabilimenti, depositi, etc...scelti a cura della Ditta, la quale non potrà quindi accampare eccezione alcuna qualora in corso di fornitura dalle fabbriche e dagli stabilimenti prescelti, i materiali non fossero più rispondenti ai requisiti prescritti, ovvero venissero a mancare ed essa fosse quindi obbligata a ricorrere a diverse provenienze, intendendosi che anche in tali casi resteranno invariati i prezzi unitari stabiliti in elenco, come pure tutte le prescrizioni che si riferiscono alla qualità dei singoli materiali.

Ai sensi della Circolare del Ministero dei LL.PP. n° 2823 del 30/11/93, tutti i cartelli stradali forniti dovranno essere prodotti da Ditte autorizzate. La Direzione Lavori si riserva la facoltà di prelevare campioni delle forniture effettuate, in contraddittorio col fornitore. Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nei locali indicati dalla Direzione Lavori previa apposizione dei sigilli e firme del responsabile della stessa e dell'Impresa, nei modi adatti a garantire l'autenticità e l'inalterabilità dello stato di conservazione.

Ad esclusivo giudizio della Direzione Lavori potranno essere prescritte prove ed analisi di qualunque genere, a spese della ditta aggiudicataria, presso istituti specializzati ed autorizzati, allo scopo di verificare la qualità e/o provenienza dei materiali impiegati, e ciò anche dopo la provvista e posa in opera, senza che la Ditta possa avanzare diritto alcuno a compensi per questo titolo.

In particolare per le parti metalliche saranno adottate come riferimento per le prove le normative esistenti quali: UNI-EN 10002 per le prove di trazione, UNI-EU 14 per le prove di imbottitura, UNI 8901 per le prove di impatto, UNI 9395 per le prove di durezza, UNI 9389 per la misura della brillantezza, UNI 9240 per le prove di adesione (detta anche "Pull-off test), nonché UNI-ISO 1519 (mandrino conico e cilindrico) e UNI 9590 o UNICHIM 741 (prova di corrosione accelerata) per lo strappo delle saldature.

Nel corso della fornitura la Ditta aggiudicatrice è tenuta a sostituire, non oltre 15 giorni dalla richiesta scritta, a propria cura e spese, tutto il materiale che, palesemente o in esito di analisi e prove fatte eseguire dalla Direzione Lavori, non dovesse risultare rispondente alle prescrizioni di legge ed a tutte le norme contenute nel presente Capitolato Speciale d'Appalto.

### **SEGNALETICA ORIZZONTALE:**

#### **A) PROPRIETÀ DELLE VERNICI RIFRANGENTI:**

La vernice rifrangente deve essere del tipo premiscelato e cioè deve contenere sfere di vetro mescolate durante il processo di fabbricazione, così che, dopo la stesa, l'essiccamento e la successiva esposizione delle sfere di vetro dovuta all'usura dello strato superficiale, la segnaletica orizzontale possa riflettere la luce proveniente dai fari dei veicoli. Essa dovrà essere già pronta all'uso, di consistenza adatta per lo spruzzo ed idonea come guida rifrangente di traffico su pavimentazioni stradali.

La vernice dovrà rispondere alle seguenti caratteristiche e composizioni:

- 1) **VEICOLO:** deve essere di tipo alchidico modificato con cloroaucciù e deve essere in quantità superiore al 13% in peso sulla vernice premiscelata;
- 2) **PIGMENTO:** il contenuto di biossido di titanio per la vernice bianca non dovrà essere inferiore al 14% in peso della vernice premiscelata e quello del cromato di piombo per la vernice gialla non inferiore al 10% in peso della vernice premiscelata;
- 3) **RESIDUO SOLIDO SECCO:** compreso tra il 76% e l'80%;
- 4) **PERLINE:** in peso, nella misura compresa fra il 31% ed il 34%;

#### **B) CONDIZIONI DI STABILITÀ DELLA VERNICE RIFRANGENTE:**

La vernice dovrà essere omogenea, ben macinata e di consistenza liscia ed uniforme, non dovrà fare croste né diventare gelatinosa od inspessirsi, non presentare sedimenti di difficile rimozione miscelando il contenitore con una spatola e conservare inalterate tali caratteristiche per 10 (dieci) mesi dalla data di produzione. La vernice non dovrà assorbire i grassi, gli olii ed altre sostanze tali da causare la formazione di macchie. La sua composizione chimica dovrà essere tale da evitare qualsiasi inquinamento da sostanze bituminose, anche durante i mesi estivi.

Il potere coprente della vernice dovrà essere compreso fra 1,2 e 1,5 mq./kg. (A.S.T.M. - D 1738) ed il suo peso specifico dovrà essere compreso fra 1,650 e 1,750 kg./l. a 25 °C (A.S.T.M. - D 1743).

**C) CARATTERISTICHE DELLE SFERE DI VETRO:**

Le sfere di vetro dovranno essere trasparenti, prive di lattiginosità, di bolle d'aria, e, almeno per il 80% del peso totale, dovranno avere forma sferica, con esclusione di elementi ovali, e non dovranno essere saldate insieme.

L'indice di rifrazione non dovrà essere inferiore a 1,50 usando, per la determinazione, il metodo dell'immersione con luce al tungsteno.

Le sfere non dovranno subire alcuna alterazione sotto l'azione di soluzioni acide tamponate a pH 5 - 5,3 o di soluzioni normali di cloruro di calcio o di sodio.

La percentuale in peso delle sfere contenute in ogni chilogrammo di vernice premiscelata dovrà essere compresa fra il 31% ed il 34%.

Le sfere di vetro (premiscelate) dovranno soddisfare complessivamente le seguenti caratteristiche di granulometria:

Setaccio A.S.T.M.	percentuale in peso
- Perline passanti per il setaccio n° 70	99 - 100%
- Perline passanti per il setaccio n° 140	15 - 55%
- Perline passanti per il setaccio n° 230	0 - 10%

**D) IDONEITÀ DI APPLICAZIONE:**

La vernice dovrà essere adatta per essere applicata sulla pavimentazione stradale con le normali macchine spruzzatrici e dovrà produrre una linea consistente e piena della larghezza richiesta. Potrà essere consentita l'aggiunta di piccole quantità di diluente fino al massimo del 5% in peso.

**E) TEMPO DI ESSICCAZIONE:**

La vernice applicata con normali macchine spruzzatrici su pavimentazione bituminosa con spessori di film umido di 380 micron in condizioni normali di temperatura (20°C) e di umidità relativa dell'aria (60% U.R.) dovrà asciugare entro 30 minuti dall'applicazione. Trascorso tale periodo di tempo la vernice non dovrà staccarsi, deformarsi o scolorire sotto l'azione dei pneumatici degli autoveicoli in transito. Il tempo di essiccamento sarà controllato in laboratorio secondo la norma A.S.T.M. - D 711-55.

**F) VISCOSITÀ:**

La vernice dovrà avere una consistenza tale da poter essere agevolmente spruzzata con le normali macchine traccialinee. Tale consistenza, misurata allo Stormer - Viscosimeter a 25 °C, espressa in unità Krebs, sarà compresa fra 75 e 95 (A.S.T.M. - D 562).

La vernice che cambi consistenza entro 6 (sei) mesi dalla consegna sarà considerata non rispondente a questo requisito.

**G) COLORE:**

La vernice dovrà essere di colore conforme al bianco, giallo e blue richiesto. Le relative tonalità saranno contenute nelle zone del diagramma cromatico individuato dalle coordinate C.I.E. (Circolare del Ministero dei LL.PP. n° 2130 del 06/12/79) e non dovranno essere soggette ad alterazioni.

La determinazione del colore sarà fatta in laboratorio dopo essiccamento della vernice per 4 ore. La vernice non dovrà contenere alcun colorante organico e non dovrà scolorire al sole.

**H) VEICOLO:**

Il veicolo della vernice deve essere di tipo alchidico modificato con cloroaucciù e deve essere in quantità superiore al 13% in peso sulla vernice premiscelata.

**I) CONTENUTO DI PIGMENTO:**

Il contenuto di biossido di titanio (pittura bianca) non dovrà essere inferiore al 14% in peso, quello del cromato di piombo (vernice gialla) non inferiore al 10% in peso.

**L) SOLVENTI:**

I solventi sono prodotti derivati dalla distillazione del petrolio ed il loro contenuto nella vernice deve essere compreso fra il 20% ed il 24%.

**M) RESISTENZA AI LUBRIFICANTI ED AI CARBURANTI:**

Le vernici applicate su un lamierino in ferro ed immerse per un'ora nei normali carburanti od olii lubrificanti e dovranno risultare integre e non presentare distacchi dal supporto.

**N) REQUISITI FONDAMENTALI DELLA SEGNALETICA ORIZZONTALE:**

L'Impresa dovrà, a sua cura e spese, provvedere ad una accurata pulizia delle pavimentazioni sulle quali deve essere eseguita la segnaletica orizzontale. Essa dovrà risultare omogenea, di uniforme intensità luminosa, priva di sbavature e ben allineata.

Tali caratteristiche dovranno conservarsi per un periodo di almeno 10 (dieci) mesi.

**SEGNALETICA VERTICALE:**

**A) PARTI METALLICHE:**

I segnali saranno costruiti in ogni loro parte in lamiera di alluminio semicrudo, puro al 99%, di spessore non inferiore a 25/10 di mm. (30/10 di mm. per i pannelli con superficie superiore a mq. 1,25). Per garantire al segnale caratteristiche meccaniche ottimali, saranno ammesse tolleranze per l'alluminio nell'ordine di +/- 0,075 (norme UNIMET 3812 e 3813 dimezzate). Ogni segnale dovrà essere rinforzato lungo tutto il perimetro con una bordatura di irrigidimento realizzata a scatola. Qualora le dimensioni dei segnali superino la superficie di mq. 1,25, essi dovranno essere ulteriormente rinforzati con traverse di irrigidimento saldate secondo linee mediane o diagonali. Le frecce di direzione dovranno essere rinforzate mediante l'applicazione sul retro, per tutta la lunghezza del cartello, di due traverse di irrigidimento scanalate, adatte allo scorrimento longitudinale delle controstaffe di attacco ai sostegni. Qualora i segnali siano costituiti da due o più pannelli contigui, questi devono essere perfettamente accostati mediante angolari in metallo resistente alla corrosione, opportunamente forati e muniti di un sufficiente numero di bulloncini zincati.

La lamiera di alluminio dovrà essere resa scabra mediante carteggiatura meccanica, sgrassata a fondo e quindi sottoposta a procedimento di fosfocromatizzazione o ad analogo procedimento di pari affidabilità, su tutte le superfici.

Il materiale grezzo, dopo aver subito i suddetti processi di preparazione ed un trattamento antiossidante con applicazione di vernice tipo Wash primer, dovrà essere verniciato a fuoco con opportuni prodotti secondo il tipo di metallo, e la cottura a forno dovrà raggiungere la temperatura di 140 °C.

Il retro e la scatolatura dei cartelli verranno ulteriormente finiti in colore neutro opaco con speciale smalto sintetico. Per evitare forature, tutti i segnali dovranno essere muniti di attacco standard (adatto a sostegni in ferro tubolari del diametro di mm. 60 o di mm. 90), composto da staffe a corsoio della lunghezza utile di cm. 12, saldate al segnale da controstaffe in acciaio zincato dello spessore di mm. 3 con due fori, nonché da bulloni pure zincati (e relativi dadi) interamente filettati da cm. 7,5. L'attacco dovrà avere asolature ed intagli che permettano l'ancoraggio a tutte le tipologie di sostegni con tutte le controstaffe commerciali da uno a più bulloni, e dovrà essere realizzata, per velocizzare il montaggio, con un sistema tale da non permettere la rotazione del bullone standard da mm. 8 con testa da mm. 13. Per superfici superiori o uguali a mq. 0,55 il rinforzo non dovrà avere interassi fissi e permettere l'installazione mediante scorrimento per almeno l'85% della lunghezza complessiva del segnale (fatta eccezione per dischi, triangoli e ottagoni).

A tal riguardo l'Impresa appaltatrice, all'atto dell'inizio dei lavori dovrà definire una campionatura con la Direzione Lavori, per garantire il rispetto dei modelli, ed in particolare viti, bulloni e collari.

Inoltre sul retro dei segnali stradali devono essere chiaramente indicati l'Amministrazione proprietaria della strada, il marchio della ditta che ha fabbricato il segnale e l'anno di fabbricazione, nonché il numero dell'autorizzazione concessa dal Ministero dei LL.PP. alla ditta medesima per la fabbricazione dei segnali stradali ai sensi dell'Art.77 del DPR 495/92, appena sarà operante. Per i segnali di prescrizione devono essere inoltre riportati gli estremi dell'ordinanza di apposizione. L'insieme delle predette annotazioni non può superare la superficie di cmq. 200.

In ogni caso tutte le parti metalliche impiegate dovranno essere efficacemente protette dalla corrosione. I supporti mono o bifacciali, da usarsi per i segnali di direzione o di preavviso, potranno essere in alluminio estruso anticorrosione, con le facce esposte interamente ricoperte da pellicola retroriflettente. Le saldature

ed ogni altro mezzo di giunzione fra il segnale ed i suoi elementi strutturali, attacchi e sostegni dovranno mantenersi integri ed immuni da corrosione per tutto il periodo di vita utile garantita per ciascun tipo di materiale retroriflettente.

I sostegni tubolari dei segnali (paline) saranno in acciaio zincato a caldo, resistenti ad una velocità del vento di 150 km/h, pari ad una pressione dinamica di 140 kg/mq. (Circolare 18591/1978 del Servizio Tecnico Centrale del Ministero dei LL.PP. relativa al D.M. del 03/10/78).

I sostegni dei segnali verticali (esclusi i portali) dovranno essere muniti di un dispositivo inamovibile antirotazione del segnale rispetto al sostegno.

**B) CARATTERISTICHE DELLA FACCIATA ANTERIORE DEI SEGNALI:**

La pellicola rifrangente da applicare sulla faccia a vista dei supporti metallici dovrà avere le caratteristiche previste dal DPR 495/92 e dal Decreto del Ministero dei LL.PP. del 31/03/95 in vigore dal 01/01/96, e cioè "Classe 1" e "Classe 2" a seconda di quanto prescritto per ciascun tipo di segnale.

La pellicola rifrangente dovrà costituire un rivestimento senza soluzione di continuità su tutta la faccia utile del cartello, in "pezzo unico", intendendo definire con questa denominazione un pezzo intero di pellicola, sagomato secondo la forma del segnale, stampato con metodo serigrafico con speciali paste trasparenti per le parti colorate e nere opache per i simboli, ed infine protetto interamente da apposito trasparente di finitura che garantisca la inalterabilità della stampa. La realizzazione a "pezzo unico" si riferisce a triangoli, ottagoni e dischi della segnaletica di pericolo, divieto ed obbligo.

Per quanti riguarda la segnaletica di indicazione (frece, preavvisi di bivio, etc...) essa dovrà essere interamente riflettorizzata, sia per quanto concerne il fondo del cartello che i bordi, i simboli e le iscrizioni, in modo che i segnali appaiano di notte secondo lo schema di colori col quale appaiano di giorno, in ottemperanza all'Art.79 del DPR 495/92. Per i segnali di indicazione la composizione grafica, la simbologia, i caratteri alfabetici componenti le iscrizioni, devono corrispondere a quanto stabilito dal suddetto DPR 495/92. I segnali Fig. 36, 37, 38, 39, 48 e 52, nonché i segnali di preavviso e di direzione, saranno obbligatoriamente realizzati interamente in pellicola rifrangente ad alta intensità luminosa "Classe 2". Tutti gli altri segnali dovranno essere realizzati con il medesimo materiale ma di "Classe 1", rimanendo fisse le modalità di esecuzione sopra descritte relative ai segnali a "pezzo unico" ed a quelli di indicazione.

Le pellicole rifrangenti termoadesive dovranno essere applicate sui supporti metallici mediante apposita apparecchiatura che sfrutta l'azione combinata della depressione e del calore.

Le pellicole rifrangenti autoadesive dovranno essere applicate con tecniche che garantiscono che la pressione necessaria all'adesione della pellicola-supporto sia stata esercitata uniformemente sull'intera superficie.

Comunque l'applicazione dovrà essere eseguita a perfetta regola d'arte, secondo le prescrizioni della Ditta produttrice delle pellicole. Le pellicole rifrangenti di "Classe 1" e "Classe 2" dovranno recare un marchio di individuazione.

**C) PELLICOLE CLASSE 1:**

Le pellicole rifrangenti a normale intensità luminosa (CLASSE 1), consistono in elementi sferici di vetro incorporati in un film di materiale plastico flessibile, trasparente ed a superficie esterna perfettamente liscia. La pellicola rifrangente dovrà avere sul retro un adesivo protetto da apposito cartoncino.

La pellicola rifrangente deve avere i seguenti valori minimi del coefficiente specifico di intensità luminosa, espresso in candele per ogni lux di luce bianca (Sistema C.I.E. – illuminante A con temperatura di colore di 2856 K) incidente e per mq. in funzione degli angoli di divergenza ed incidenza indicati.

**TABELLA N. 1:** Pellicola di classe 1 a normale risposta luminosa

Angolo divergenza Gradi	Angolo incidenza Gradi	Colori				
		Bianco	Giallo	Rosso	Verde	Blu

20°	+5	50,0	35,0	10,0	7,0	2,0
	+30	24,0	16,0	4,0	3,0	1,0
	+40	9,0	6,0	1,8	1,2	0,4
2°	+5	5,0	3,0	0,8	0,6	0,2
	+30	2,5	1,5	0,4	0,3	0,1
	+40	1,5	1,0	0,3	0,2	0,06

L'intensità luminosa della pellicola refrangente bagnata totalmente dalla pioggia non deve essere inferiore al 90% dei valori sopraindicati.

Le pellicole rifrangenti dovranno essere munite di adesivo secco da attivare con calore, l'impiego delle pellicole autoadesive dovrà essere espressamente autorizzato dalla Direzione Lavori.

Il cartoncino di protezione dell'adesivo deve essere rimosso senza difficoltà al momento dell'applicazione della pellicola senza ricorso ad umidificanti o a solventi. Le pellicole rifrangenti devono fissarsi a tutte le superfici lisce e resistere alla corrosione dovuta agli agenti atmosferici ed ambientali ed alle soluzioni saline formate dai fondenti per il ghiaccio e per la neve. L'adesivo applicato sul retro delle pellicole dopo 48 ore dall'applicazione deve essere tenace abbastanza da resistere alle sollecitazioni dovute alle operazioni per la messa in opera del supporto e abbastanza forte da impedire che la pellicola possa essere staccata quando sia sottoposta ad una forza di trazione di 900 gr./cmq.

L'adesivo non deve macchiare le pellicole rifrangenti e deve resistere alla muffa. Le pellicole rifrangenti devono essere sufficientemente flessibili in modo che si possano facilmente tagliare nella forma desiderata e devono potere essere applicate regolarmente ai bordi o ai simboli leggermente incavati o in rilievo di alcuni segnali.

Le pellicole rifrangenti se applicate, seguendo le istruzioni della casa produttrice, ad una lastra di alluminio pulita e sgrassata, provata a 20°C ed al 50% di umidità relativa, devono essere sufficientemente flessibili da non fessurarsi se piegate attorno ad un cilindretto del diametro di 1 cm.

La resistenza alla trazione delle pellicole rifrangenti prive di cartoncino di protezione non deve essere inferiore a 900 gr./cm. ed avere un allungamento compreso fra il 10% ed il 45%. Le pellicole rifrangenti applicate su di un pannello di alluminio non devono contrarsi più dello 0,4% in qualsiasi direzione di un rettangolo delle dimensioni di mm. 250 x 300 se provate dopo 72 ore alla temperatura di 20°C e dopo 48 ore alla temperatura di 65°C.

La superficie delle pellicole rifrangenti deve essere stampata con le apposite paste serigrafiche trasparenti e coprenti e non deve perdere il colore se maneggiata, tagliata ed applicata con la normale cura.

Le pellicole rifrangenti devono essere resistenti ai solventi, ai carburanti ed ai lubrificanti e poter essere pulite con cherosene, benzina bianca, nafta solvente, acqua ragia minerale. Le pellicole rifrangenti devono avere elementi lenticolari sferici, stabili, durevoli che, se estratti dalla pellicola, non risultino deteriorati da una immersione in una soluzione 5N di acido per 30 minuti a 23°C.

Le pellicole rifrangenti stampate ed applicate con le tecniche prescritte devono essere resistenti agli agenti atmosferici ed inoltre le soluzioni saponose usate per la loro pulizia non devono produrre alcuna decolorazione, fessurazione, corrugamento o variazioni nelle dimensioni.

Le pellicole rifrangenti sottoposte a prove di resistenza all'invecchiamento accelerato, dopo almeno 1000 ore di esposizione in apposita apparecchiatura per invecchiamento artificiale (Weather-o-meter), non dovranno mostrare alcun distacco dal supporto, fessurazione, corrugamento o variazione nelle dimensioni, formazione di scaglie o bolle, decolorazione apprezzabile ad occhio nudo o ad una distanza di mt. 10, né perdere di brillantezza superiore al 15% dei valori iniziali, rispetto ad una superficie perfettamente diffondente, il coefficiente specifico di intensità luminosa della pellicola esposta non dovrà risultare inferiore all'80% dei valori previsti nella tabella n.1.

Le pellicole rifrangenti dovranno avere caratteristiche tali da essere applicate e lavorate in modo da assicurare un limite di durata minima di 7 (sette) anni in normali condizioni di impiego.

#### D) PELLICOLE CLASSE 2:

Le pellicole rifrangenti ad alta intensità luminosa (CLASSE 2), devono essere costituite da un film in materiale plastico acrilico, trasparente, tenace, resistente agli agenti atmosferici, a superficie esterna perfettamente liscia ed avente un disegno a cellette esagonali. La proprietà di rifrangenza devono derivare

da un sistema ottico sottostante al film acrilico e costituito da uno strato uniforme di microsfere di vetro perfettamente sferiche e ad elevatissimo indice di rifrazione, incapsulate per mezzo di una opportuna resina sintetica.

Le pellicole rifrangenti dovranno essere munite di adesivo secco da attivare con calore, l'impiego delle pellicole autoadesive dovrà essere espressamente autorizzato dalla Direzione Lavori.

Le pellicole rifrangenti ad alta intensità luminosa devono poter essere agevolmente stampate con il metodo serigrafico con apposite paste trasparenti e non devono perdere la stampa una volta essiccate perfettamente e protette con opportuno trasparente di rifinitura, se maneggiate, tagliate ed applicate con cura normale.

La pellicola rifrangente deve avere i seguenti valori minimi del coefficiente specifico di intensità luminosa, espresso in candele per ogni lux di luce bianca (Sistema C.I.E. – illuminante A con temperatura di colore di 2856 K) incidente e per mq. in funzione degli angoli di divergenza ed incidenza indicati.

**TABELLA N. 2:** Pellicola di classe 2 ad alta risposta luminosa

Angolo divergenza Gradi	Angolo incidenza Gradi	Colori				
		Bianco	Giallo	Rosso	Verde	Blu
20°	+5	180,0	122,0	25,0	21,0	14,0
	+30	100,0	67,0	14,0	11,0	7,0
	+40	95,0	64,0	13,0	11,0	7,0
2°	+5	5,0	3,0	0,8	0,6	0,2
	+30	2,5	1,5	0,4	0,3	0,1
	+40	1,5	1,0	0,3	0,2	0,06

Il coefficiente specifico di intensità luminosa delle pellicole rifrangenti ad alta intensità luminosa bagnate totalmente dalla pioggia non deve essere inferiore al 90% dei valori riportati nella suddetta tabella e validi per le pellicole asciutte.

Le pellicole rifrangenti ad alta intensità luminosa, applicate con le tecniche prescritte devono comportarsi in modo eccellente per 10 (dieci) anni, se esposte verticalmente all'esterno.

**E) CERTIFICAZIONI:**

Dichiarazione di conformità ai sensi:

- a) della Circolare del Ministero dei LL.PP. n° 2823 del 30/11/93;
- b) del D.M. del 31/03/95 in vigore dal 01/01/96;
- c) delle norme UNI-EN 45000 in base alle norme europee serie UNI-EN 29000;
- d) rapporto di prova per le sole pellicole di Classe 2 speciali, di cui all'Art.24 punto C.

In riferimento ai punti b) e c) è facoltà della D.L. richiedere in qualsiasi momento copie delle certificazioni che dovranno essere identificate, a cura del produttore delle pellicole stesse, con gli estremi della Ditta aggiudicataria e dell'Amministrazione comunale nonché dalla data di rilascio della copia, non antecedente alla data dell'aggiudicazione della gara, e da un numero di individuazione. Se le stesse non fossero all'origine in lingua italiana, dovrà essere prodotta la relativa traduzione giurata in originale o copia autenticata effettuata da un traduttore iscritto presso gli appositi elenchi del tribunale.

**F) REQUISITI FONDAMENTALI DELLA SEGNALETICA VERTICALE:**

Tutti i tipi di segnali devono essere rigorosamente conformi ai tipi, alle dimensioni ed alle misure prescritte dal Regolamento di esecuzione e di attuazione del Codice della Strada, approvato con DPR 495/92.

Le prescrizioni tecniche contenute nel presente Capitolato Speciale d'Appalto, relative alle pellicole rifrangenti, si intendono soddisfatte qualora dalle prove eventualmente eseguite e dalla documentazione fornita dalla Ditta produttrice, risultino superate con esito positivo tutte le seguenti analisi o prove che dovranno essere chiaramente specificate nelle relative certificazioni:

1) Analisi fotometriche nelle quali siano indicati i valori del coefficiente specifico di intensità luminosa rilevati secondo il sistema C.I.E. (sorgente luminosa standard A con temperatura di colore 2856 K), su campioni di pellicola nuova per tutti i colori (bianco, rosso, verde e blu); tutti i valori rilevati devono risultare superiori a quelli contenuti nelle tabelle relative al tipo di pellicola sottoposto ad analisi; 2) Prove tecnologiche e di resistenza all'invecchiamento accelerato, eseguito secondo la metodologia 58 del Ministero dei trasporti, Ferrovie dello Stato, per le pellicole a normale intensità luminosa e secondo la metodologia 59 del Ministero dei Trasporti, Ferrovie dello Stato, per le pellicole ad alta intensità luminosa, per la verifica delle condizioni tecniche previste dalle CT n° 99 e n° 100 del Ministero dei Trasporti, Ferrovie dello Stato.

3) Analisi fotometriche nelle quali siano indicati i valori del coefficiente specifico di intensità luminosa rilevati secondo il sistema C.I.E. (sorgente luminosa standard A, con temperatura di colore di 2856 K) per tutti i colori (bianco, giallo, rosso, verde e blu), sugli stessi campioni di pellicola sottoposti ad invecchiamento accelerato di cui al paragrafo precedente. Tutti i valori rilevati devono risultare superiori all'80% di quelli contenuti nella tabella relativa al tipo di materiale analizzato.

La fornitura verrà eseguita a seguito di disposizioni della Direzione Lavori, con imballo, trasporto e scarico dei segnali, a cura e spese della ditta fornitrice nel magazzino dell'Amministrazione Comunale. La Ditta fornitrice è tenuta a sostituire nel minor tempo possibile, a propria cura e spese, tutto il materiale che, a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, non dovesse risultare rispondente alle prescrizioni richieste.

#### *G) INSTALLAZIONE DELLA SEGNALETICA VERTICALE:*

L'installazione di tutta la segnaletica verticale dovrà attenersi strettamente a quanto stabilito dalla normativa vigente e in particolare a quanto prescritto dall'Art.81 del DPR 495/92.

Nel caso in cui il progetto non specifichi il supporto dei segnali da installare (palina, mensola, palo luce, ecc.), la Ditta dovrà utilizzare paline esistenti e pali luce/semaforo in tutti i casi possibili. Se non ci sarà altra soluzione sarà ammessa l'installazione di nuove paline o mensole. In caso di inottemperanza a quanto stabilito la Ditta sarà obbligata a montare il segnale come indicato dalla Direzione Lavori.

IL PROGETTISTA

*Geom. Davide Bartolini*  
(documento firmato digitalmente)

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

*Ing. Anna Maria Ferrari.*  
(documento firmato digitalmente)