



# REGIONE DEL VENETO

AREA TUTELA E SVILUPPO DEL TERRITORIO - DIREZIONE INFRASTRUTTURE TRASPORTI E LOGISTICA

UO INFRASTRUTTURE STRADE E CONCESSIONI

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Ing. Marco d'Elia

SISTEMA FERROVIARIO METROPOLITANO REGIONALE

**S. F. M. R.**

(Atto del 06/12/2016)

LINEE VENEZIA-QUARTO D'ALTINO e MESTRE-TREVISO

ELIMINAZIONE DEI P.L. AL km 1+337 e km 1+445

**VENEZIA - Via Gazzera Alta**

PROGETTO ESECUTIVO

INTERVENTO 1.09bis				N° ELABORATO		
ELABORATI TECNICO ECONOMICI				18.10.00.00		
Capitolato speciale d'appalto - Norme tecniche Opere di completamento				SCALA -		
				NOME FILE 0409E05-18100000-DCT009_E00		
E00	Emissione		10/2019	D. Clauser	D. Clauser	M. Fioratti
Revisione	Descrizione		Data	Redatto	Verificato	Approvato
COMMESSA 0409E05		DOCUMENTO D CT 009	REV. E00	TAVOLA 1 di 1		
Il Direttore Tecnico Ing. Stefano Susani			Il Progettista e Responsabile dell'integrazione fra le prestazioni specialistiche Ing. Michele Fioratti			
 Via Squero, 12 - 35043 Monselice (PD)						



## INDICE

<b>1</b>	<b>CAMPI DI IMPIEGO E LOCALIZZAZIONE .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>GENERALITA' .....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>PRESCRIZIONI TECNICHE PARTICOLARI .....</b>	<b>5</b>
3.1	GIUNTI DI DILATAZIONE PER IMPALCATI.....	5
3.1.1	Giunti a pettine.....	7
3.1.2	Giunti di dilatazione .....	7
3.2	APPARECCHI DI APPOGGIO .....	8
3.2.1	Elementi a scorrimento .....	8
3.2.2	Appoggi elastomerici .....	9
3.2.3	Appoggi a disco elastomerico.....	10
3.2.4	Appoggi sferici e cilindrici di PTFE .....	12
3.2.5	Protezione.....	13
3.2.6	Ispezione e manutenzione.....	13
3.2.7	Trasporto, immagazzinamento ed installazione .....	13
3.3	OPERE DI IMPERMEABILIZZAZIONE DI IMPALCATI .....	14
3.3.1	Manti impermeabili.....	14
3.3.2	Protezione del manto impermeabile .....	34
3.4	IMPERMEABILIZZAZIONE DI OPERE INTERRATE .....	35
3.4.1	Generalità .....	35
3.4.2	Normativa di riferimento.....	35
3.4.3	Prescrizioni ed oneri generali .....	35
3.4.4	Prescrizioni ed oneri particolari .....	36
3.4.5	Prove e controlli di accettazione.....	42
3.4.6	Oneri specifici dell'appaltatore.....	43
3.5	ANCORAGGI.....	44
3.5.1	Modalità di posa.....	45
3.6	BARRIERE DI SICUREZZA .....	46
3.6.1	Descrizione .....	46
3.6.2	Caratteristiche prestazionali .....	48
3.7	BARRIERE ACUSTICHE .....	51
3.7.1	Dispositivi per la riduzione del rumore da traffico stradale.....	51
3.8	SEGNALETICA .....	79
3.8.1	Normativa di riferimento.....	79
3.8.2	Segnaletica orizzontale.....	80



3.8.3	Segnaletica verticale.....	99
3.8.4	Segnaletica provvisoria.....	106
3.9	DISPOSITIVI PER LO SMALTIMENTO DELLE ACQUE.....	106
3.10	PENSILINA.....	107
<b>4</b>	<b>PRESCRIZIONI ED ONERI GENERALI .....</b>	<b>108</b>
<b>5</b>	<b>CONTROLLI DI QUALITA' .....</b>	<b>109</b>



## **1 CAMPI DI IMPIEGO E LOCALIZZAZIONE**

Per l'impiego e la localizzazione dei manufatti oggetto del presente documento, si rimanda a quanto stabilito nelle tavole di progetto.



## 2 GENERALITA'

Gli argomenti e le prescrizioni della presente Sezione sono riferiti alle tipologie di opere di seguito elencate:

- giunti di dilatazione per impalcati;
- apparecchi d'appoggio;
- ritegni e ritegni antisismici;
- opere di impermeabilizzazione di impalcati;
- opere di impermeabilizzazione di opere interrato;
- barriere di sicurezza;
- barriere acustiche;
- segnaletica;
- dispositivi per lo smaltimento delle acque.

Tutti questi elementi dovranno corrispondere a quanto prescritto dal D.M. 17-01-2018 “Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»”.

### 3 PRESCRIZIONI TECNICHE PARTICOLARI

#### 3.1 GIUNTI DI DILATAZIONE PER IMPALCATI

I giunti di dilatazione sono elementi strutturali critici e per evitare inconvenienti sia agli utenti della strada che alla stessa struttura, devono rispettare i seguenti requisiti:

##### 1. Continuità e movimento

Il giunto deve garantire la continuità del piano viabile, consentire gli spostamenti longitudinali e le rotazioni relative delle parti strutturali contrapposte senza opporre significativa resistenza. Eventuali spostamenti trasversali devono essere richiesti esplicitamente dal progettista. Significativi spostamenti verticali sono di norma impediti dal sistema di vincolo della struttura, in quanto pregiudicano la sicurezza del traffico veicolare e la durabilità del giunto stesso.

##### 2. Impermeabilità

Il giunto dev'essere impermeabile sia all'acqua proveniente dalla superficie del piano viabile sia alle acque di sottopavimentazione.

A tal fine si distinguono due classi di giunti:

- a. giunti nei quali l'impermeabilità è realizzata a livello pavimentazione;
- b. giunti nei quali l'impermeabilizzazione è ottenuta mediante dispositivi sottopavimentazione realizzati con scossaline o con canali di gronda collegati senza soluzione di continuità al sistema di impermeabilizzazione della soletta.

Tali dispositivi non devono interferire con le strutture principali dell'opera e devono consentire agevolmente le operazioni di ispezione e manutenzione. Il giunto deve essere munito di dispositivi di drenaggio atti a smaltire le acque che si

infiltrano al di sotto della pavimentazione stradale. Per un corretto funzionamento del sistema è indispensabile che il progetto di smaltimento delle acque pluviali del ponte preveda delle adeguate caditoie nelle zone limitrofe al giunto.

### 3. Rumorosità e aderenza

Il giunto non deve provocare un eccessivo aumento della rumorosità rispetto ai valori ottenibili con la normale pavimentazione teoricamente presente, si consideri che elevati livelli di rumorosità sono solitamente indice di elevati stati di sollecitazione impulsiva dannosi per la durabilità del giunto stesso. Caratteristiche importanti per i giunti di dilatazione sono un coefficiente d'attrito paragonabile a quello della pavimentazione adiacente al fine di assicurare un'adeguato livello di aderenza ai veicoli transitanti, e presentare una superficie con idonea scolpitura che favorendo il drenaggio dell'acqua superficiale, eviti l'innescio di pericolosi fenomeni di slittamento.

### 4. Installazione

Le metodologie di posa in opera dei giunti di dilatazione devono garantire la corretta ed agevole installazione del giunto anche su impalcati con lievi irregolarità.

E' fattore imprescindibile per la durabilità del giunto, assicurarsi che la zona di installazione sia qualitativamente e geometricamente idonea alla posa del giunto di dilatazione prescelto.

### 5. Manutenzione e resistenza alla corrosione

Tutti i giunti devono consentire le operazioni di ispezione, manutenzione, riparazione ed eventuale sostituzione in maniera estremamente semplice. Le peculiari caratteristiche di modularità garantiscono qualsiasi intervento, dalla manutenzione alla sostituzione, mantenendo il flusso veicolare su parte della carreggiata. Tutte le parti metalliche esposte e quindi soggette a corrosione sono protette tramite un idoneo ciclo protettivo se non realizzate in acciaio inossidabile o acciaio Corten



### **3.1.1 Giunti a pettine**

Sono giunti ottenuti mediante la contrapposizione di due elementi metallici aventi configurazione a pettine tra loro complementare: fissati ognuno alla relativa testata garantiscono, grazie ad una idonea compenetrazione, la continuità del piano viabile in presenza delle dilatazioni/contrazioni.

Il loro schema statico può essere di trave su due appoggi quando l'elemento a pettine posa su entrambe le testate o a mensola quando esso è fissato a sbalzo su di una sola testata.

Risulta necessario uno specifico dispositivo, generalmente una scossalina, per garantire l'impermeabilità del varco.

Particolare attenzione va posta nell'allineamento in fase di posa e nell'ancoraggio alla testata, soprattutto nel caso di schema strutturale a mensola.

Salvo particolari accorgimenti questo tipo di giunto permette spostamenti trasversali limitati.

### **3.1.2 Giunti di dilatazione**

Giunto di dilatazione ed impermeabilità adatto ad assorbire scorrimenti degli impalcati fino a 160 ( $\pm 80$ ) mm; costituito da:

- moduli in gomma armata realizzati mediante due piastre unite per vulcanizzazione ad un coprivarco in gomma di tenuta e smaltimento acque superficiali;
- sistema di ancoraggio meccanico realizzato mediante zanche multi direzionali e tirafondi o barre filettate, a seconda delle esigenze di cantiere;
- scossalina di raccolta acque;
- profilo ad "L" in acciaio inox per drenaggio acque di sottopavimentazione;
- masselli di malta epossidica di raccordo fra gli elementi di giunto e la pavimentazione bituminosa.





## 3.2 APPARECCHI DI APPOGGIO

Gli appoggi strutturali sono dispositivi di vincolo utilizzati nelle strutture, nei ponti e negli edifici, allo scopo di trasmettere puntualmente carichi e vincolare determinati gradi di libertà di spostamento.

Per gli appoggi strutturali si fa riferimento alla serie delle norme UNI EN 1337 (Parti da 1 a 11). In particolare, la Parte 1 stabilisce le regole generali di progetto degli appoggi strutturali impiegati in ponti o altre strutture.

Gli appoggi strutturali devono essere conformi alle norme europee armonizzate della serie UNI EN 1337 e recare la Marcatura CE. Si applica il Sistema di Attestazione della Conformità 1. Ogni fornitura deve essere accompagnata da un manuale contenente le specifiche tecniche per la posa in opera.

Il Direttore dei Lavori è tenuto a verificare nell'ambito delle proprie competenze, quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture prive dell'attestato di conformità; dovrà inoltre effettuare idonee prove di accettazione, che comprendano in ogni caso la verifica geometrica e delle tolleranze dimensionali, nonché la valutazione delle principali caratteristiche meccaniche dei materiali componenti, al fine di verificare la conformità degli appoggi a quanto richiesto per lo specifico progetto.

L'Appaltatore dovrà rispondere personalmente ad ogni non conformità degli apparecchi strutturali, riscontrata del Direttore dei Lavori; sarà completo onere dell'Appaltatore dover poi effettuare le modifiche necessarie per fare rientrare ogni non conformità.

### 3.2.1 Elementi a scorrimento

La Direzione Lavori avrà il compito di stabilire che gli elementi a scorrimento siano conformi alla UNI EN 1337-2, la quale specifica le caratteristiche di progettazione e fabbricazione degli elementi di scorrimento e delle guide, che non sono appoggi strutturali ma sono utilizzati in combinazione con gli appoggi

strutturali.

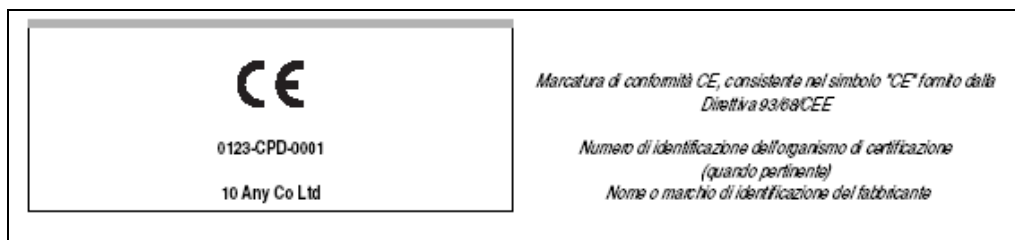
Ogni fornitura deve essere accompagnata da un manuale contenente le specifiche tecniche per la posa in opera.

### 3.2.2 Appoggi elastomerici


La Direzione Lavori avrà il compito di stabilire che gli appoggi elastomerici siano conformi alla UNI EN 1337-3, la quale stabilisce le caratteristiche degli appoggi elastomerici, provvisti o meno di dispositivi di supporto complementari, impiegati nelle strutture di ponti o in altre strutture aventi condizioni di supporti comparabili.

Ogni fornitura deve essere accompagnata da un manuale contenente le specifiche tecniche per la posa in opera.

Il Direttore dei Lavori dovrà controllare che la marcatura CE sull'appoggio sia conforme a quanto mostrato nell'esempio seguente



Inoltre, il Direttore dei Lavori dovrà controllare le informazioni sulla marcatura CE nei documenti di accompagnamento che dovranno seguire il modello seguente:

	<p><i>Marcatura di conformità CE, consistente nel simbolo "CE" fornito dalla Direttiva 93/68/CEE</i></p>
<p>0123-CPD-0001</p>	<p><i>Numero di identificazione dell'organismo di certificazione</i></p>
<p>Any Co Ltd, PO Box 21, B-1050</p>	<p><i>Nome o marchio di identificazione e indirizzo registrato del fabbricante</i></p>
<p>04</p>	<p><i>Ultime due cifre dell'anno nel quale è stata applicata la marcatura</i></p>
<p>0123-CPD-0456</p>	<p><i>Numero del certificato di conformità CE</i></p>
<p>EN 1337-3: 2004 APPOGGIO N° .....</p>	<p><i>N. della norma europea</i></p>
<p>Appoggio elastomerico per una temperatura operativa minima di -25/-40 °C, per utilizzi in edifici e opere di ingegneria civili nei quali i requisiti sui singoli appoggi sono <u>critici</u></p>	<p><i>Identificazione del prodotto e impiego previsto e</i></p>
<p>APPOGGIO</p>	<p><i>Informazioni sulle caratteristiche mandate<sup>1)</sup></i></p>
<p>Modulo G dell'elastomero (MPa)</p>	
<p>Carico di snervamento dell'acciaio (MPa)</p>	
<p>Geometria (come nei disegni o nella descrizione allegati)</p>	
<p>ELEMENTO DI SCORRIMENTO</p>	
<p>Geometria (come nei disegni o nella descrizione allegati)</p>	

In aggiunta alle informazioni specifiche relativi a sostanze pericolose descritte in precedenza, il prodotto dovrebbe anche essere accompagnato, quando e laddove richiesto e in forma appropriata, da una documentazione che elenchi tutte le ulteriori legislazioni in merito alle sostanze pericolose nei confronti delle quali si afferma la conformità, unitamente a ogni informazione richiesta da quelle legislazioni.


<sup>1)</sup>In assenza di parametri determinati a livello nazionale (NDP), per esempio fattori di sicurezza parziali, e nel caso degli appoggi prescritti, il fabbricante dovrebbe fornire il modulo G dell'elastomero e il carico di snervamento a trazione dell'acciaio utilizzato per le piastre di rinforzo, nonché le caratteristiche geometriche dell'appoggio.

### 3.2.3 Appoggi a disco elastomerico


La Direzione Lavori avrà il compito di stabilire che gli appoggi a disco elastomerico (pot bearings) siano conformi alla UNI EN 1337-5, la quale specifica i requisiti per la progettazione e la fabbricazione di appoggi a disco elastomerico destinati ad essere impiegati con temperature di esercizio comprese tra -40°C e 50°C.

Ogni fornitura deve essere accompagnata da un manuale contenente le specifiche tecniche per la posa in opera.

Il Direttore dei Lavori dovrà controllare che la marcatura CE sull'appoggio sia conforme a quanto mostrato nell'esempio seguente

 0123-CPD-0001 Any Co Ltd	<p><i>Marcatura di conformità CE, consistente nel simbolo "CE" fornito nella direttiva 93/68/CEE</i></p> <p><i>Numero di identificazione dell'organismo di certificazione (quando pertinente)</i></p> <p><i>Nome o marchio di identificazione del fabbricante</i></p>
--	---

Inoltre, il Direttore dei Lavori dovrà controllare le informazioni sulla marcatura CE nei documenti di accompagnamento che dovranno seguire il modello seguente:

 0123-CPD-0001	<p><i>Marcatura di conformità CE, consistente nel simbolo "CE" fornito nella direttiva 93/68/CEE</i></p> <p><i>Numero di identificazione dell'organismo di certificazione (quando pertinente)</i></p> <p><i>Nome o marchio di identificazione e indirizzo registrato del fabbricante</i></p> <p><i>Ultime due cifre dell'anno nel quale è stata affissa la marcatura</i></p> <p><i>Numero del certificato di conformità CE</i></p> <p><i>N° della norma europea</i></p> <p><i>Identificazione del prodotto e impiego previsto</i></p> <p style="text-align: center;"><i>e</i></p> <p><i>Informazioni sulle caratteristiche mandate</i></p>
<p>Any Co Ltd, PO Box 21, B-1050 04 0123-CPD-0456 EN 1337-5: 2004 APPOGGIO N° .....</p> <p>Appoggio a disco elastomerico (con scorrimento accumulato di 500/1 000/2 000 m) * con elementi di scorrimento per una temperatura d'esercizio minima di -25/-40 °C*, per utilizzi in edifici e opere di ingegneria civile quando i requisiti sui singoli appoggi sono critici/non critici*</p> <p>APPOGGIO Fattori del momento parassita <math>F_0</math>..... <math>F_1</math>..... <math>F_2</math>.....</p> <p>Carico di snervamento dell'acciaio (MPa)</p> <p>Geometria (come nei disegni o nella descrizione allegati)</p> <p>ELEMENTO SCORREVOLE Geometria (come nei disegni o nella descrizione allegati)</p> <p>* cancellare come appropriato</p>	


In aggiunta alle informazioni specifiche relativi a sostanze pericolose descritte in precedenza, il prodotto dovrebbe anche essere accompagnato, quando e laddove richiesto e in forma appropriata, da una documentazione che elenchi tutte le ulteriori legislazioni in merito alle sostanze pericolose nei confronti delle quali si afferma la conformità, unitamente a ogni informazione richiesta da quelle legislazioni.

### 3.2.4 Appoggi sferici e cilindrici di PTFE

La Direzione Lavori avrà il compito di stabilire che gli appoggi sferici e cilindrici di PTFE siano conformi alla UNI EN 1337-7, la quale riguarda i requisiti per la progettazione e la fabbricazione degli appoggi sferici e cilindrici di PTFE. Requisiti e proprietà delle superfici di scorrimento curve sono inclusi nella UNI EN 1337-2.

Ogni fornitura deve essere accompagnata da un manuale contenente le specifiche tecniche per la posa in opera.

A titolo di esempio, per gli appoggi cilindrici e sferici di PTFE combinati con elementi di scorrimento piani secondo il sistema 1, il Direttore dei Lavori dovrà controllare che le seguenti informazioni accompagnino il simbolo della marcatura CE:

 <b>0123-CPD-0001</b>	<i>Marcatura di conformità CE consistente nel simbolo "CE" fornito nella Direttiva 93/68/CEE.</i>
<b>Any Co Ltd, PO Box 21, B-1050</b>  <b>00</b>  <b>0123-CPD-0456</b>  <b>EN 1337-7:2004</b>	<i>Numero di identificazione dell'organismo di certificazione</i>  <i>Nome o marchio di identificazione e indirizzo registrato del fabbricante</i> <i>Ultime due cifre dell'anno nel quale è stata affissa la marcatura</i> <i>Numero del certificato di conformità CE</i>  <i>N° della norma europea</i>  <i>Identificazione del prodotto e impiego previsto</i>
<p>Appoggio cilindrico di PTFE combinato con elemento di scorrimento piano / Appoggio sferico di PTFE combinato con elemento di scorrimento piano, per una temperatura operativa minima di -35 °C, per l'impiego in edifici e in opere di ingegneria civile laddove i requisiti per i singoli appoggi siano critici</p> <p><b>APPOGGIO</b>          Capacità di carico caratteristica, in kN          Capacità di rotazione caratteristica, in radianti          Durabilità, conforme</p> <p><b>ELEMENTO DI SCORRIMENTO</b>          Capacità di carico caratteristica, in kN          Coefficiente di attrito, conforme          Durabilità, conforme</p>	<p style="text-align: center;">e</p> <i>Informazioni sulle caratteristiche obbligatorie</i>



### **3.2.5 Protezione**

La Direzione Lavori avrà il compito di valutare il sistema di protezione degli appoggi strutturali secondo UNI EN 1337-9.

### **3.2.6 Ispezione e manutenzione**

La Direzione Lavori dovrà valutare il piano di ispezione e di manutenzione degli appoggi strutturali secondo UNI EN 1337-10. La presente norma è la versione ufficiale in lingua italiana della norma europea EN 1337-10 (edizione luglio 2003). La norma riguarda l'ispezione e la manutenzione degli appoggi progettati secondo la EN 1337- 1, laddove impiegati nella costruzione di ponti o strutture richiedenti simili sistemi di appoggio. Si presuppone l'esistenza di linee guida per l'ordinaria ispezione dell'intera struttura nel corso della sua vita di esercizio. La norma specifica gli aspetti di ciascun tipo di appoggio che devono essere sottoposti ad ispezione e registrati. La norma non specifica valori ammissibili, per i quali si rimanda alle parti rilevanti della EN 1337 e ai disegni e calcoli di progetto per l'appoggio e la struttura.

### **3.2.7 Trasporto, immagazzinamento ed installazione**

La Direzione Lavori avrà il compito di valutare che trasporto, immagazzinamento ed installazione siano effettuati conformemente alla UNI EN 1337-11. La norma si applica al trasporto, all'immagazzinamento ed installazione degli appoggi strutturali utilizzati per la costruzione di ponti o di strutture richiedenti sistemi di supporti analoghi.



### 3.3 OPERE DI IMPERMEABILIZZAZIONE DI IMPALCATI

#### 3.3.1 *Manti impermeabili*

Gli impalcati con superficie superiore in conglomerato cementizio saranno protetti con un manto impermeabile da applicare o da realizzare direttamente sulle opere d'arte secondo le seguenti tipologie:

1. Manto impermeabile costituito da membrane a base di prodotti sintetici da applicare a spruzzo quali ad esempio poliuretano e poliurea (impalcati ferroviari);
2. Manto impermeabile costituito da membrane bituminose prefabbricate (impalcati ferroviari);
3. Manto impermeabile continuo composto da bitume elastomerizzato con interclusione di tessuto non tessuto di PE da filo continuo, realizzato in opera;
4. Sistema di impermeabilizzazione liquido bicomponente a base di miscela viscosa di gomma-bitume applicato a freddo con ragla o staggia.

Le superfici da impermeabilizzare, ove occorra, dovranno essere preparate con cemento e sabbia, lisce al frattazzo e dovranno risultare senza crepe, tenendo presente che gli spigoli e gli angoli dovranno essere arrotondati intendendosi tali oneri compresi e compensati dalla voce stessa.

Nessun lavoro di impermeabilizzazione potrà essere eseguito in giornate di pioggia o neve o quando la temperatura atmosferica sarà inferiore a zero gradi e fino a che le superfici non resteranno perfettamente asciutte.

##### 3.3.1.1 **MANTO IMPERMEABILE COSTITUITO DA MEMBRANE SINTETICHE A SPRUZZO (IMPALCATI FERROVIARI)**

Di regola l'impiego di membrane sintetiche è limitato a: 1) solette degli impalcati in struttura mista acciaio-calcestruzzo; 2) impalcati a cassone metallico con

ballast all'interno; 3) solette degli impalcati in c.a. e c.a.p. realizzati a trave continua.

L'impermeabilizzazione degli impalcati viene ottenuta con la posa in opera di manto impermeabile sintetico a base di prodotti sintetici quali ad esempio, poliurea, poliuretano, metacrilato ecc. eseguito con membrana continua ed omogenea, realizzata in opera e spruzzata in un'unica soluzione mediante idonea apparecchiatura. La membrana dovrà essere esente da solventi, plastificanti, inerti di carica e materiali bituminosi.

### 3.3.1.1.1 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Si riportano nel seguito dettagliatamente le caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche dei materiali costituenti i cicli di impermeabilizzazione.

	VALORE RICHIESTO	NORMA DI RIFERIMENTO
Densità	1,0 ± 0,1 gr/cm <sup>3</sup>	UNI EN ISO 1183-1
Spettro IR		UNI ISO 4650
Allungamento a rottura		UNI EN 12311
a +20°C	≥ 250%	
a -30°C	≥ 200%	
Modulo al 100 %	> 3 Mpa	UNI EN 12311
Modulo al 200 %	> 5 Mpa	UNI EN 12311
Carico di rottura	> 6 Mpa	UNI EN 12311
Durezza superficiale Shore A	≥ 75	UNI ISO 7619-1
Resistenza alla propagazione della lacerazione	> 16 N/mm	UNI EN 12310-2
Deformazione residua	< 7 %	UNI EN 12311-2
Resistenza all'abrasione	< 220 mm <sup>3</sup>	UNI ISO 4649
Adesione su cls e acciaio	≥ 0.5 N/mm <sup>2</sup>	
Adesione su cls dopo invecchiamento per 96 ore a 70°C	≥ 0.5 N/mm <sup>2</sup>	
Resistenza al punzonamento dinamico	≥ 1 m	UNI EN 12691:2006
Temperatura limite di fragilità	< -40°C nessuna rottura	UNI ISO 812
Resistenza ai raggi ultravioletti (dopo 400 ore di esposizione)	No screpolature	UNI EN 1297





Resistenza all'ozono (dopo 96 ore di esposizione)	No screpolature	UNI EN 1844
Permeabilità all'acqua dopo punzonamento dinamico	Nessuna perdita d'acqua	EN 1928:2002
Resistenza elettrica su acciaio a secco a 500 v	$\geq 100 \text{ m}\Omega$	EN 62631-1
Resistenza elettrica su acciaio bagnato a 100 v	$\geq 10 \text{ m}\Omega$	
Residuo secco: $m_s/m_0$	$\geq 97\%$	UNI EN ISO 325
Assorbimento d'acqua: $(m_A - m_s)/m_s^2$	$\leq 3 \%$	ASTM D 570

Nelle zone di ripresa:

Adesione fra i due strati di membrana sovrapposti	$\geq 4 \text{ N/mm}$	
Carico di rottura	$\geq 6 \text{ MPa}$	UNI EN 12311-1
Allungamento a rottura	$\geq 200\%$	UNI EN 12311-1

Qualora la membrana necessitasse di un primer di adesione al supporto, lo stesso dovrà avere caratteristiche di compatibilità sia con la sovrastante membrana sia con il sottostante calcestruzzo.

I primer potranno essere di tipo poliuretanico, epossidico o simili, purché gli stessi garantiscano oltre alla compatibilità suddetta anche tempi di essiccazione relativamente brevi e una perfetta adesione della membrana al calcestruzzo.

### 3.3.1.1.2 PRESCRIZIONI PER LA POSA IN OPERA

L'impermeabilizzazione non potrà essere eseguita in giornate di pioggia o neve o quando la temperatura atmosferica è inferiore a 5°C e fino a che le superfici non resteranno perfettamente asciutte.

Lo strato impermeabilizzante dovrà possedere uno spessore minimo  $\geq 4 \text{ mm}$  così da essere in grado di garantire una elevata protezione all'azione delle acque meteoriche, degli agenti aggressivi solidi e dei raggi U.V.; dovrà inoltre resistere all'abrasione ed al punzonamento anche se eseguito durante la naturale fase di maturazione del prodotto.



La messa in opera del prodotto dovrà avvenire previa preparazione delle superfici da impermeabilizzare con sabbiatura o bocciardatura e spalmatura di Primer bicomponente poliuretanico senza solventi.

L'applicazione dello strato impermeabile dovrà essere eseguita a spruzzo con apparecchiature per prodotti bicomponenti dotate di pompe ad ingranaggi, serbatoi e tubi riscaldati, controllo elettronico dei rapporti di catalisi e miscelatore statico. La posa deve essere eseguita da personale abilitato dal fornitore e di comprovata esperienza in lavori analoghi.

Il prodotto dovrà reagire in un tempo inferiore a 15 sec. e dovrà essere pedonabile dopo 5 min. dall'applicazione.

Lo spessore del rivestimento impermeabile dovrà risultare non inferiore a mm 4. La DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE si riserva la facoltà di verificare tale spessore o con spessimetro ad applicazione ultimata o con ritagli del prodotto in fase di applicazione, ritagli che dovranno essere ricolmati prima della fine dell'intervento.

Ad applicazione ultimata il rivestimento dovrà presentare le caratteristiche di uniformità e conduttività e dovrà risultare raccordato a rialzi e strutture complesse (verticali, canalette, cordoli, piantoni di ringhiere, ecc.).

### 3.3.1.1.3 *PROVE TECNOLOGICHE*

La caratterizzazione della membrana impermeabilizzante sintetica sarà definita con l'effettuazione di prove tecnologiche da eseguirsi sia sul materiale tale e quale che sul materiale trattato, e prove funzionali da eseguirsi solo sul materiale tale e quale.

	N° provini	NORMA DI RIFERIMENTO
Densità	3	UNI EN ISO 1183-1



Spettro IR	1	UNI ISO 4650
Allungamento a rottura	5	UNI EN 12311
a +20°C		
a -30°C		
Modulo al 100 %		UNI EN 12311
Modulo al 200 %		UNI EN 12311
Carico di rottura		UNI EN 12311
Durezza superficiale Shore A	1 (5 impronte)	UNI ISO 7619-1
Resistenza alla propagazione della lacerazione	5	UNI EN 12310-2
Deformazione residua	3	UNI EN 12311-2
Resistenza all'abrasione	3	UNI ISO 4649
Adesione su cls e acciaio	5	
Adesione su cls dopo invecchiamento per 96 ore a 70°C	5	
Resistenza al punzonamento dinamico	5	UNI EN 12691:2006
Temperatura limite di fragilità	5	UNI ISO 812
Resistenza ai raggi ultravioletti (dopo 400 ore di esposizione) (a)	3	UNI EN 1297
Resistenza all'ozono (dopo 96 ore di esposizione)	2	UNI EN 1844
Permeabilità all'acqua dopo punzonamento dinamico	5	EN 1928:2002
Resistenza elettrica su acciaio a secco a 500 v	3+3	EN 62631-1
Resistenza elettrica su acciaio bagnato (c) a 100 v		
Residuo secco: $m_s/m_0$	3	UNI EN ISO 325
Assorbimento d'acqua: $(m_A - m_s)/m_s^2$ (b)		ASTM D 570

Prove sul materiale trattato:

	Trattamento	N° provini	Valore richiesto
Resistenza a rottura	In stufa a 80°C per 14 gg	3	-5%
	In soluzione satura di cloruro di sodio per 14 gg	3	-15%
	In olio ASTM 3 per 14 gg	3	-35%
	In frigo a -30°C per 1 ora	3	-40%
Allungamento a rottura	In stufa a 80°C per 14 gg	3	-5%
	In soluzione satura di cloruro di sodio per 14 gg	3	-5%
	In olio ASTM 3 per 14 gg	3	-25%
	In frigo a -30°C per 1 ora	3	-40%



Resistenza all'abrasione	In stufa a 80°C per 14 gg	3	-10%
Durezza superficiale Shore A	In stufa a 80°C per 14 gg	3	-10%
	In soluzione satura di cloruro di sodio per 14 gg	3	-10%
	In olio ASTM 3 per 14 gg	3	-10%
	In soluzione di acido solforico al 20% per 14 gg	3	-10%
Adesione al supporto	In stufa a 76°C per 96 ore	3	-1%
Adesione nelle zone di sovrapposizione	In stufa a 76°C per 96 ore	3	-1%

\* Le massime variazioni percentuali ammesse per i risultati delle prove sopra elencate sono da verificare rispetto ai risultati delle prove condotte sul materiale non trattato.

- Esposizione alternata all'azione di UVA per 4 h a 60 °C e alla condensa per 4 h a 40 °C per una durata complessiva di 400 h
- Procedura: 3 provette di 70 mm di lato vengono pesate (m0) e immerse in acqua distillata a 1 °C. Dopo 24 h le provette vengono estratte dall'acqua asciugate con carta e pesate. La procedura viene ripetuta ogni 24 h e interrotta quando si giunge a peso costante mA (variazione di massa tra 2 pesate successive inferiore allo 0,1 %). Successivamente le provette vengono poste in stufa a 125 °C per 1 h lasciate raffreddare per 30' in essiccatore e pesate. La procedura viene ripetuta fino a peso costante (mS).
- La resistenza elettrica sotto pioggia viene misurata su una provetta immersa per 1 h in acqua distillata a 23 °C e asciugata accuratamente con carta prima del test.

#### 3.3.1.1.4 PROVE SULLE FORNITURE

Relativamente alla fornitura, durante la posa in opera del prodotto dovranno essere prelevate delle placche di materiale di dimensione non inferiori a 50x50 cm, su cui dovranno essere eseguite le seguenti prove da effettuarsi ciascuna su n. 3 provini:

- prova della densità;
- prova di resistenza a rottura e di allungamento a rottura ai sensi della UNI EN ISO 527;
- prova di durezza SHORE A ai sensi della UNI EN ISO 868;
- prova di permeabilità all'acqua ai sensi della UNI EN ISO 1928;
- prova di assorbimento d'acqua in ambiente con temperatura di 1°C con

procedura derivante dalla norma ASTM D 570;

- prova per la determinazione dello spettro IR.

In più, è prevista una prova di compressione dell'intero pacchetto sottostante il binario, simulando un carico statico e una ripetizione ciclica con vibrazione con onde sinusoidali alla frequenza di 30 Hz. Il carico unitario dovrà essere superiore o uguale a 10 Kg/cmq. La durata delle prove dovrà essere non inferiore a 15 minuti nella prova statica e a 10 minuti nella prova a fatica ciclica con scarico non superiore al 25%. A conclusione di tale prova dovrà essere riscontrata la completa impermeabilità a fronte di una prova di tenuta effettuata simulando una pioggia battente con indice pluviometrico pari a 50 mm/h per tre ore.

### **3.3.1.2 MANTO IMPERMEABILE COSTITUITO DA MEMBRANE BITUMINOSE PREFABBRICATE E SOVRASTANTE STRATO PROTETTIVO IN CONGLOMERATO BITUMINOSO(IMPALCATI FERROVIARI)**

Il sistema di impermeabilizzazione da applicare nella zona centrale “sotto-ballast” degli impalcati ferroviari è costituito da due membrane bituminose prefabbricate sovrapposte, di spessore 3 mm e 4 mm rispettivamente per la membrana inferiore e per quella superiore. Tali membrane devono essere protette superiormente da uno strato di 5 cm di spessore di conglomerato bituminoso.

La membrana superiore dovrà essere trattata sulla superficie superiore con fibre polimeriche preformate in film in modo da renderla più resistente al passaggio dei mezzi di cantieri e della vibrofinitrice.

Nella zona dei camminamenti l'impermeabilizzazione è formata dall'unica membrana superiore di 4 mm di spessore, protetta dal suddetto strato di conglomerato bituminoso.



## 3.3.1.2.1 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Caratteristiche della guaina da 3 mm di spessore:

	VALORE RICHIESTO	NORMA DI RIFERIMENTO	TOLLERANZE
Resistenza a rottura per trazione su provino	Long. = 500 N Trasv. = 400 N	UNI EN 12311-1	±20% ±20%
Allungamento a rottura	≥ 40 %	UNI EN 12311-1	±15 abs
Stabilità di forma a caldo	a 140°C	UNI EN 1110	±10°C
Flessibilità a freddo	a -10°C	UNI EN 1109	
Flessibilità a freddo dopo invecchiamento	a -15°C	UNI EN 1109	
Permeabilità all'acqua alla pressione di 500 kPa	nessuna	UNI EN 1928	nessuna
Massa areica	≥ 3 kg/mq ≤ 3.5 kg/mq	UNI EN 1849-1	
Stabilità dimensionale a caldo long. e trasv.	≤ 0,5 % (proposto 0.3%)	UNI EN 1107	
Lunghezza ( Lu )	Lu	UNI EN 1848-1	± 1 %
Larghezza ( La )	La	UNI EN 1848-2	± 1 %
Spessore	3 mm	UNI EN 1849-1	± 5 %
Resistenza alla lacerazione long. e trasv. Metodo B	≥ 150 N	UNI EN 12310-2	
Temperatura di rammollimento	≥ 140°C	ASTM D36	
Resistenza all'ozono	Nessuna screpolatura dopo la prova	UNI EN 1844:2002	

Caratteristiche della guaina da 4 mm di spessore:

	VALORE RICHIESTO	NORMA DI RIFERIMENTO	TOLLERANZE
Resistenza a rottura per trazione su provino	Long. = 900 N Trasv. = 900 N	UNI EN 12311-1	±20% ±20%
Allungamento a rottura	≥ 40 %	UNI EN 12311-1	±15 abs
Stabilità di forma a caldo	a 140°C	UNI EN 1110	±10°C
Flessibilità a freddo	a -10°C	UNI EN 1109	
Flessibilità a freddo dopo invecchiamento	a -15°C	UNI EN 1109	
Permeabilità all'acqua alla pressione di 500 kPa	nessuna	UNI EN 1928	nessuna
Massa areica	4 kg/mq	UNI EN 1849-1	



Stabilità dimensionale a caldo long. e trasv.	$\leq 0,5 \%$	UNI EN 1107	
Lunghezza ( Lu )	Lu	UNI EN 1848-1	$\pm 1 \%$
Larghezza ( La )	La	UNI EN 1848-2	$\pm 1 \%$
Spessore	4 mm	UNI EN 1849-1	$\pm 5 \%$
Resistenza alla lacerazione long. e trasv. Metodo B	$\geq 150$ N	UNI EN 12310-2	
Temperatura di rammollimento	$\geq 140^{\circ}\text{C}$	ASTM D36	
Resistenza all'ozono	Nessuna screpolatura dopo la prova	UNI EN 1844:2002	

Caratteristiche dell'insieme:

Resistenza al punzonamento statico	$\geq 350$ N	UNI EN 12730	
------------------------------------	--------------	--------------	--

### 3.3.1.2.2 PRESCRIZIONI PER LA POSA IN OPERA

Nessuna impermeabilizzazione potrà essere eseguita in giornate di pioggia o di neve o quando la temperatura ambiente, in fase di posa, sarà inferiore a  $+5^{\circ}\text{C}$ ; in ogni caso, le superfici da impermeabilizzare dovranno risultare perfettamente asciutte.

#### Zona “sotto ballast” dell'impalcato:

- radicale pulizia delle superfici da impermeabilizzare mediante idrolavaggio e/o soffiatura con aria compressa e, ove occorra, con regolarizzazione delle superfici mediante bocciardatura e/o rasatura, emulsione bituminosa costituita da cemento, sabbia di fiume, bitume ed acqua, in rapporti volumetrici adeguati a garantire superfici, lisce al frettazzo, che non presentino crepe dopo essiccamento dell'emulsione stessa;
- applicazione a rullo o a spruzzo, sulle superfici da impermeabilizzare, di uno speciale primer compatibile anche con i calcestruzzi trattati con antievaporante, in quantità compresa tra i 300 g e i 500 g per  $\text{m}^2$  ;
- applicazione, in fasi successive, delle due membrane mediante apposita

fiaccola per la fusione di tutto lo strato superficiale da incollare al supporto e con rullo, di peso adeguato, per comprimere uniformemente le guaine fuse in modo da renderle maggiormente aderenti.

La stesa delle membrane dovrà effettuarsi trasversalmente all'impalcato. Il singolo rotolo di membrana dovrà consentire, senza giunti trasversali, la copertura della zona compresa tra i muretti para-ballast nonché i risvolti verticali sui muretti stessi, che dovranno essere di 20 cm per le membrane di spessore 3 mm e di 25 cm per le membrane di spessore 4 mm.

La successione longitudinale delle singole membrane potrà avvenire partendo dalla estremità più bassa e terminando all'altra estremità della campata nei viadotti in pendenza, oppure partendo dalle due estremità e terminando al centro della campata stessa nei viadotti non in pendenza.

Particolare attenzione dovrà essere posta all'incollaggio delle membrane sull'angolo tra estradosso impalcato e muretto para-ballast, onde evitare vuoti sotto le membrane stesse che potrebbero causarne il distacco dal muretto sotto l'azione del ballast.

Alle estremità dell'impalcato le membrane dovranno coprire per metà ampiezza il varco esistente tra due impalcati contigui. La posa delle stesse dovrà avvenire dopo l'applicazione della scossalina di raccolta delle acque sul varco.

Le sovrapposizioni delle membrane dovranno essere di 10 cm. Le sovrapposizioni della membrana superiore da 4 mm dovranno ricadere all'incirca a metà tra le sovrapposizioni della membrana inferiore da 3 mm.

#### **Zone dell'impalcato non al di sotto del ballast:**

Su tale zona dovrà essere applicata soltanto la membrana di spessore 4 mm di cui sopra e le modalità di applicazione dovranno essere le stesse previste per la zona centrale dell'impalcato ad esclusione della stesa, che potrà effettuarsi anche in senso longitudinale all'impalcato qualora l'ESECUTORE ne faccia richiesta e dia dimostrazione di ottenere gli stessi risultati ottenibili con l'applicazione trasversale all'impalcato. Le sovrapposizioni sia longitudinali che trasversali delle



membrane dovranno essere di 15 cm, mentre i risvolti delle stesse sui muretti para-ballast e sui cordoli dei parapetti dovranno essere rispettivamente di 20 cm e di 8 cm. Particolare attenzione dovrà essere posta in prossimità dei fori quadri di scolo ricavati alla base dei muretti para-ballast, nonché in prossimità dei pluviali e dei fori di ancoraggio dei pali T.E. posti sui camminamenti.

### 3.3.1.2.3 PROVE SULLE FORNITURE

Le prove di caratterizzazione sono obbligatorie per forniture relative a superfici da impermeabilizzare maggiori di 500 m<sup>2</sup> e hanno lo scopo di accertare che il prodotto approvvigionato abbia le caratteristiche riportate nelle tabelle precedenti. Nella tabella seguente si riporta l'elenco delle suddette prove:

CARATTERISTICHE DELLA MEMBRANA	NORMA DI RIFERIMENTO	TOLLERANZE
Resistenza a rottura per trazione su provino	UNI EN 12311	±20%
Allungamento a rottura	UNI EN 12311-1	±15
Stabilità di forma a caldo	UNI EN 1110	±10°C
Permeabilità all'acqua alla pressione di 500 kPa	UNI EN 1928	nessuna
Spessore	UNI EN 1849-1	± 5 %
Resistenza alla lacerazione long. e trasv. Metodo B	UNI EN 12310-2	±30%
Temperatura di rammollimento	ASTM D36	nessuna
Flessibilità a freddo	UNI EN 1109	nessuna

Il numero di prelievi sarà pari a 4 per ogni 10.000 m<sup>2</sup> di superficie o frazione, per ciascuna delle due membrane sovrapposte.

Il campionamento sarà eseguito da rotoli non danneggiati avendo cura che il provino sia esente da ogni difetto visibile, in conformità alla norma UNI EN 1850-2. Al termine delle prove tutto il materiale oggetto del collaudo dovrà essere identificato inequivocabilmente come idoneo all'impiego.

- 
-



#### 3.3.1.2.4 PROVE SUL PRODOTTO APPLICATO

Le prove funzionali da eseguire consisteranno in prove di strappo delle membrane bituminose già poste in opera.

Dette prove consisteranno nell'incollaggio sulle membrane bituminose di alcuni piastrini metallici circolari, di diametro 100 o 50 mm e nel tiro di detti piastrini con apposita apparecchiatura in grado di fornire la tensione di tiro prescritta nel seguito.

I piastrini da applicare saranno almeno n. 2 per campata, per luci degli impalcati fino a m 25, e n 4 per campata per luci maggiori. I piastrini non dovranno essere applicati negli incroci coincidenti con le sovrapposizione delle membrane.

Le prove dovranno svilupparsi conducendo le seguenti operazioni:

- sabbiatura dei piastrini a metallo bianco;
- incollaggio dei piastrini sulle membrane con apposito collante in grado di sopportare le tensioni di tiro richieste (al riguardo si suggeriscono resine epossidiche bicomponenti senza solventi);
- taglio di una porzione di membrana intorno alla circonferenza dei piastrini dopo completa essiccazione del collante;
- tiro dei piastrini con azione perpendicolare alla superficie incollata.

La tensione media di distacco delle membrane dal supporto, rilevata sui 6 provini, dovrà essere superiore a  $0,5 \text{ N/mm}^2$  con valori minimi per ogni singolo provino non inferiori a  $0,4 \text{ N/mm}^2$ .

Qualora il distacco dei piastrini dovesse avvenire per cedimento del collante, il valore di prova da considerare sarà il massimo valore rilevato qualora superiore a  $0,5 \text{ N/mm}^2$ .

Se il distacco dovesse avvenire prima del raggiungimento di tale valore, si provvederà all'incollaggio di un nuovo provino.

Al termine delle prove, le zone in cui è avvenuto il distacco della membrana incollata ai piastrini dovranno essere ripristinate prevedendo una colata di asfalto fino all'estradosso dell'impermeabilizzazione ed un rappezzo con membrana da 4 mm di dimensioni 40x40 cm da applicare a caldo con fiaccola facendo attenzione che lo stesso sia centrato sulla zona di prova.

Se il distacco dei piastrini dovesse avvenire per cedimento del collante, occorrerà rimuovere il disco di membrana isolato dal taglio per poi procedere al ripristino di cui sopra.

### **3.3.1.2.5 STRATO PROTETTIVO IN CONGLOMERATO BITUMINOSO**

#### **3.3.1.2.5.1 Caratteristiche dei materiali**

Il conglomerato bituminoso dovrà essere costituito da aggregati lapidei, filler e bitume. L'aggregato lapideo sarà formato da una frazione grossa, trattenuta al setaccio ASTM n° 10, ed una frazione fina, passante al medesimo setaccio.

La frazione grossa sarà costituita da elementi sani, durevoli, puliti, scevri da limo ed argilla e da altri materiali estranei.

Gli elementi dovranno avere forma regolare e sarà ammessa una percentuale di elementi piatti ed allungati non superiore al 10% in peso.

La frazione fina sarà costituita da una miscela di sabbie naturali o di frantumazione che s'integrino opportunamente dal punto di vista granulometrico.

Il rapporto volumetrico per sabbia naturale e da frantumazione non deve superare il valore di 1:2.

L'equivalente in sabbia (CNR-BU n° 27) non dovrà essere inferiore a 70.

Il filler dovrà essere perfettamente asciutto e privo d'agglomerazioni e dovrà rispettare la seguente granulometria:

Passante in peso a secco al setaccio ASTM

n° 30 = 100%

n° 100 = 90%

n° 200 = 70%

Il legante dovrà essere costituito da bitume stradale del tipo 60/70 secondo CNR BU n° 68.

La granulometria delle miscele inerti - filler dovrà rispettare le percentuali in peso indicate nella tabella seguente.

La curva di lavoro che s'intende adottare e che dovrà essere mantenuta per tutta la durata del lavoro sarà accettata se rispetterà le seguenti tolleranze.

SETACCI ASTM (n°)	GRANULOMETRIA (% passante in peso)	TOLLERANZA (%)
0.5	100	±3
3/8	80-90	±3
4	56-70	±3
10	40-51	±2
40	20-28	-
80	14-20	-
200	9-12	±1

- La percentuale di bitume, riferita al peso degli inerti, dovrà essere del 5,5 % ± 0,5 %.
- Il rapporto in peso filler – bitume dovrà essere maggiore o uguale a 1,5
- La miscela dovrà avere le seguenti caratteristiche:
  - stabilità Marshall (a) (CNR.B.U. n° 30) min.900 (75 colpi faccia);
  - scorrimento Marshall (b) (CNR.B.U. n° 30) 2 – 5 mm;
  - rigidità Marshall (a/b) (CNR.B.U. n° 30) min. 300;
  - perdita di stabilità Marshall: max 25 %;
  - vuoti residui Marshall (CNR-B.U. n° 39) max 4%;

- permeabilità  $K \leq - \text{cm/s}$ .

Le temperature dell'impasto saranno quelle indicate dal Fornitore del legante in funzione del tipo di legante stesso e della relativa viscosità. Il tempo di miscelazione di ciascun impasto dovrà essere tale da permettere il completo ed uniforme rivestimento degli inerti e del filler.

#### 3.3.1.2.5.2 *Prescrizioni per la posa in opera*

La stesa del conglomerato bituminoso nella zona centrale dell'impalcato tra i muretti para-ballast dovrà essere effettuata con idonea vibrofinitrice munita di piastra vibrante riscaldata; il livellamento dovrà effettuarsi con un sistema atto ad assicurare che la superficie finale dello strato compattato risulti sagomata in modo conforme ai profili ed alle pendenze di progetto.

La temperatura dell'impasto all'atto della stesa dovrà essere compresa tra 130°C e 140°C.

La posa in opera non dovrà essere eseguita quando le condizioni meteorologiche siano tali da non consentire la perfetta riuscita del lavoro, quando la temperatura ambiente è inferiore a 5°C e quando il piano di posa si presenta sporco e/o bagnato.

Nelle zone laterali dell'impalcato, tra i muretti para-ballast e i cordoli dei parapetti, la stesa del conglomerato e la successiva compattazione dovrà essere eseguita a mano.

Nella zona compresa tra i muretti paraballast la compattazione del conglomerato bituminoso dovrà essere eseguita immediatamente dopo la stesa e alla massima temperatura dell'impasto, con rulli che consentano un adeguato ed uniforme costipamento dell'impasto, nonché la corretta finitura e sagomatura della superficie dello strato.

Dovranno pertanto essere impiegati almeno un rullo metallico di circa 8 t semovente ed a rapida inversione di marcia e, successivamente, un rullo gommato con capacità comprimente  $\geq 5 \text{ N/mm}$ .



La rullatura dovrà essere ripetuta fino a quando l'impasto non mostra più alcun addensamento al passaggio del rullo gommato.

L'operazione di compattazione dovrà essere interrotta nel caso in cui si manifesti una eccessiva tendenza dell'impasto al dislocamento, per temperatura troppo alta, ovvero alla fessurazione, per temperatura troppo bassa.

Sotto le riseghe dei muretti para-ballast il conglomerato dovrà essere disposto a scarpa con angolo d'inclinazione, rispetto all'orizzontale, compreso tra i 45° e i 60° oppure raccordato opportunamente. La posa in opera potrà essere eseguita a mano o per mezzo di dispositivi meccanici, avendo cura di interrompere l'applicazione del binder sia in prossimità dei varchi tra gli impalcati per consentire la posa in opera dei coprigiunti e l'escursione delle piattabande di coprigiunto, sia in prossimità degli scolli laterali sui muretti para-ballast per evitare l'occlusione delle griglie.

#### 3.3.1.2.5.3 Prove

Le prove da effettuare sui conglomerati bituminosi saranno le seguenti:

- Controllo della curva granulometrica: il controllo della curva granulometrica dovrà essere eseguito ogni 500 m di prodotto. Il prelievo dovrà essere effettuato all'atto della stesa del prodotto ed il risultato delle prove di laboratorio dovrà essere conforme alle tolleranze precedentemente stabilite;
- Controllo dello spessore in opera: il controllo dello spessore in opera, evitando carote sull'impalcato, dovrà essere rilevato individuando dei riferimenti sui muretti para-ballast a + cm dall'estradosso delle guaine e misurando la pendenza del conglomerato stesso, rispetto al centro dell'impalcato, che dovrà essere la medesima misurata precedentemente sull'impalcato prima della stesa del conglomerato;
- Controllo delle caratteristiche del conglomerato bituminoso: il controllo delle caratteristiche del conglomerato bituminoso dovrà essere effettuato con la stessa frequenza prevista per il controllo della curva granulometrica ed i

risultati ottenuti dovranno essere conformi alle caratteristiche indicate in precedenza.

**3.3.1.3 MANTO IMPERMEABILE CONTINUO COMPOSTO DA BITUME ELASTOMERIZZATO CON INTERCLUSIONE DI TESSUTO NON TESSUTO DI PE DA FILO CONTINUO, REALIZZATO IN OPERA.**

**3.3.1.3.1 DESCRIZIONE**

Il pacchetto applicativo in oggetto consente di realizzare un manto impermeabile continuo con caratteristiche di grande elasticità e solidamente ancorato al substrato ed è composto da bitume elastomerizzato con interclusione di un tessuto non tessuto in poliestere da filo continuo, con funzione di protezione del manto medesimo dal traffico di cantiere.

Il bitume modificato adottato, per la sua prerogativa di legante viscoso steso in forma fluida, alla temperatura di spargimento riesce a colmare eventuali disuguaglianze dell'impalcato, o almeno a seguirle. L'elevata adesività del legante consente inoltre l'attacco del manto ad ogni punto della soletta realizzando una impermeabilizzazione continua, senza necessità di giunti longitudinali o trasversali e non sottoposta quindi a rischi di perforazione o di rotture.

A lavori ultimati la soletta, l'impermeabilizzazione e la pavimentazione risulteranno fortemente incollati tra loro in ogni punto, in grado di resistere nel tempo alle sollecitazioni dinamiche tipiche dei viadotti.

**3.3.1.3.2 MODALITÀ ESECUTIVE**

I lavori di impermeabilizzazione dovranno essere eseguiti a temperatura non inferiore a 10°C ed in assenza di forte umidità e di pioggia; il piano di posa deve risultare perfettamente asciutto e privo di polvere. Alla fine di ogni giornata lavorativa tutta la quantità di impermeabilizzazione dovrà essere completata nella sua interezza.

L'impermeabilizzazione consisterà essenzialmente nelle seguenti operazioni:



- a) Accurata preparazione delle superfici da trattare, che devono risultare compatte, asciutte ed esenti da olii. Si provvederà quindi ad una accurata pulizia generale della superficie con motosoffiatore e, se necessario con motospazzatrice o getto di acqua ad alta pressione. Quest'ultima operazione deve essere eseguita con la massima cura e senza l'impiego di soluzioni acide.
- b) Spargimento di bitume elastomerizzato alla temperatura di 180-190 °C in ragione di 2,5 kg/m<sup>2</sup>, mediante autocisterna termica, provvista di autonomo impianto di riscaldamento e barra di distribuzione automatica e dotata di strumentazione in grado di assicurare l'uniformità della stesa ed il controllo di processo in tempo reale.
- c) Applicazione sulla zona trattata di tessuto non tessuto di poliestere, che dovrà essere sovrapposto di circa 20 cm; il peso di tessuto applicato dovrà essere compreso tra 150 e 200 gr/m<sup>2</sup>; la larghezza dei teli sarà di 2,5-3 metri.
- d) Per completare l'adesione del tessuto non tessuto al bitume elastomerizzato nonché per l'impregnazione dello stesso al tessuto si dovrà rullare la superficie con un leggero mezzo di compattazione gommato. Ad operazione conclusa il tessuto dovrà risultare perfettamente aderente al piano di posa. legante.
- e) Spargimento con le stesse modalità di cui al punto b) di una seconda mano di bitume elastomerizzato, in ragione di 2 kg/m<sup>2</sup>.
- f) Spargimento uniforme di sabbia di natura calcarea o silicea, di pezzatura non superiore a 3 mm, in ragione di circa 2 kg/m<sup>2</sup>.

All'atto della stesa del conglomerato bituminoso sul manto impermeabilizzante non si dovrà eseguire la consueta mano di attacco tramite emulsione bituminosa.



**3.3.1.3.3 REQUISITI DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI IMPIEGATI E DEL MANTO IMPERMEABILIZZANTE.**

a) Caratteristiche del bitume elastomerizzato

CARATTERISTICHE	NORME	VALORI
Penetrazione a 25°C, dmm	CNR-BU n. 24/71	50-70
Punto di rammollimento, P&A, °C, min	CNR-BU n. 35/73	60
Punto di rottura FRAAS, °C, max	CNR-BU n. 43/74	-20
Viscosità dinamica a 160°C, Pa x s	SN 67.1722a/85	> 0,45
Ritorno elastico a 25°C, %, min	DIN 52013	80
Stabilità allo stoccaggio ( $\Delta$ Pen, dmm e P&A, °C), max		5
Invecchiamento (RTFOT), penetrazione residua, % min	ASTM D 2872	60
Invecchiamento (RTFOT), variazione P&A, °C	ASTM D 2872	+/-5

b) Caratteristiche del tessuto in poliestere

Il tessuto non tessuto in poliestere dovrà essere privo di collanti, appretti o impregnanti e non dovrà aver subito alcun trattamento di termosaldatura; dovrà essere del tipo agugliato ottenuto dal solo processo di filatura (stirotesturizzazione).

Caratteristiche chimico-fisiche:

• imputrescibilità	
• inattaccabilità da muffe, batteri, roditori	
• punto di rammollimento PA, °C	> 240
• punto di fusione °C	> 260
• ottima resistenza ai raggi UV	
• ottima resistenza agli agenti chimici	
• ottima tenuta allo scorrimento sotto carico costante.	

Caratteristiche meccaniche, riscontrate su campioni di dimensioni mm 50 x 150:

• resistenza a trazione longitudinale, N	>225
• resistenza a trazione trasversale, N	>225
• allungamento a rottura longitudinale, %	>65
• allungamento a rottura trasversale, %	>75
• resistenza alla lacerazione longitudinale, N	>125
• resistenza alla lacerazione trasversale, N	>155

Caratteristiche del manto impermeabilizzante, riscontrate su provini di dimensioni mm 50 x 150, con spessore di mm 5:

• resistenza a trazione longitudinale, N	>500
• resistenza a trazione trasversale, N	>500
• allungamento a rottura longitudinale, %	>125
• allungamento a rottura trasversale, %	>125
• resistenza alla lacerazione longitudinale, N	>245
• resistenza alla lacerazione trasversale, N	>245
• resistenza alla punzonatura, PS	>3
• adesione al supporto cementizio liscio, longitudinale, N	>200
• adesione al supporto cementizio liscio, trasversale, N	>200

### **3.3.1.4 SISTEMA DI IMPERMEABILIZZAZIONE LIQUIDO BICOMPONENTE A BASE DI MISCELA VISCOSA DI GOMMA-BITUME**

#### **3.3.1.4.1 DESCRIZIONE**

Il pacchetto applicativo in oggetto consente di realizzare un manto impermeabile continuo con caratteristiche di grande elasticità e solidamente ancorato al substrato ed è composto da una miscela di gomma - bitume .

#### **3.3.1.4.2 MODALITÀ ESECUTIVE**

Il prodotto bicomponente verrà miscelato a piè d'opera per ottenere un liquido viscoso, che indurisce chimicamente per formare una membrana elastomerica molto flessibile e conformabile. Il prodotto dovrà essere protetto con pannelli di protezione costituiti da un composito di carta bitumata e aggregato bituminoso.

L'applicazione del prodotto bicomponente dovrà avvenire con una temperatura superiore ai +4 °C. Il prodotto non dovrà essere applicato nell'eventualità di pioggia o ghiaccio imminente.

La superficie da impermeabilizzare deve presentarsi regolare senza forti asperità o avvallamenti, da rimuovere nel caso superiori i 3 mm, o riempire con malta nel caso di parti vuote. La superficie va spazzata o pulita con aria compressa.

Il prodotto verrà versato sulla superficie e steso con staggia, lo spessore minimo

sarà pari a 1.5 mm.

L'impermeabilizzazione dovrà essere successivamente protetta con pannelli entro 4 ore dalla stesa. I pannelli di protezione dovranno essere posizionati accostati in maniera da assicurare una protezione continua, le giunzioni dei pannelli dovranno essere asciutte e pulite. In corrispondenza delle giunzioni dovrà essere steso un nastro con una striscia di primer bituminoso.

La finitura con asfalto va effettuata prima possibile ma non prima di 4 ore dalla stesura dei pannelli . L'asfalto non dovrà superare la temperatura di 140 ° C .

### 3.3.1.4.3 REQUISITI DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI IMPIEGATI

Le caratteristiche minime del prodotto dovranno essere le seguenti:

Proprietà	Valore	Metodo di prova
Allungamento ( a 36 h dalla posa a 20 °C)	500%	Meedus NPF 98 283
Resistenza alla pressione idrostatica	>6 m su supp. continuo	DTP BE 27
Crack Bridging tra 0° e 20 ° C	>0.6 mm	DTP BE 27

### 3.3.2 Protezione del manto impermeabile

Sui manti impermeabili degli impalcati dovrà essere realizzato uno strato protettivo avente una delle seguenti caratteristiche:

- strato protettivo eseguito con conglomerato cementizio della classe di resistenza caratteristica 25 MPa , gettato in opera a lastre dello spessore non inferiore a cm 5, tirate e lisciate a cazzuola con l'aggiunta di 1 kg/m<sup>2</sup> di cemento puro e con i giunti riempiti con mastice bituminoso colato a caldo;
- strato protettivo del sistema di impermeabilizzazione liquido bicomponente a base di miscela viscosa a base di gomma-bitume eseguito con pannelli

costituiti da aggregati selezionati annegati in bitume modificato il tutto contenuto in due strati di resistente cartone di asfalto, spessore minimo 3 mm. Se l'impalcato è di tipo ferroviario dovrà essere aggiunto uno strato protettivo in conglomerato cementizio come indicato al punto precedente, spessore minimo 5 cm.

### **3.4 IMPERMEABILIZZAZIONE DI OPERE INTERRATE**

#### **3.4.1 Generalità**

Le strutture interrato saranno di regola impermeabilizzate lungo tutto il contorno con membrane.

#### **3.4.2 Normativa di riferimento**

L'Appaltatore sarà tenuto all'osservanza di tutte le normative cogenti a livello nazionale in merito ai contenuti delle presenti prescrizioni; a queste si aggiungeranno tutte le norme e le istruzioni tecniche non cogenti che verranno richiamate nei successivi paragrafi.

#### **3.4.3 Prescrizioni ed oneri generali**

Gli strati impermeabilizzanti, oltre che possedere permeabilità all'acqua praticamente nulla, devono essere progettati ed eseguiti in modo da avere:

- elevata resistenza meccanica, specie alla perforazione in relazione sia al traffico di cantiere che alle lavorazioni che seguiranno alla stesa dello strato impermeabilizzante;
- deformabilità, nel senso che il materiale dovrà seguire le deformazioni della struttura senza fessurarsi o distaccarsi dal supporto, mantenendo praticamente inalterate tutte le caratteristiche di impermeabilità e di resistenza meccanica;
- resistenza chimica alle sostanze che possono trovarsi in soluzione o sospensione nell'acqua di permeazione.



- altre caratteristiche che si richiedono sono quelle della facilità di posa in opera nelle più svariate condizioni climatiche e della possibilità di un'agevole riparazione locale.

Le succitate caratteristiche dell'impermeabilizzazione devono conservarsi inalterate:

- tra le temperature di esercizio che possono verificarsi nelle zone in cui il manufatto ricade e sempre, comunque, tra le temperature di  $-20^{\circ}$  e  $+40^{\circ}\text{C}$ ;
- sotto l'azione degli sbalzi termici e sforzi meccanici che si possono verificare all'atto della stesa delle pavimentazioni o di altri strati superiori.

Dovranno prevedersi prove e controlli di qualità e possibili prove di efficienza.

### **3.4.4 Prescrizioni ed oneri particolari**

#### **3.4.4.1 SUPPORTO**

Il supporto dovrà presentarsi libero da detriti ed altre irregolarità che possano arrecare danni per punzonamento al manto impermeabile. La posa in opera di tutte le impermeabilizzazioni dovrà essere preceduta dalla preparazione del supporto, comprendente:

- eliminazione di eventuali asperità, dislivelli, grumi ed imperfezioni in genere mediante bocciardatura, spinta anche a fondo;
- stuccatura di eventuali lesioni o vespai;
- pulizia mediante lavaggio con acqua in pressione (almeno 50 bar).

Le superfici dovranno avere una stagionatura di almeno 20 giorni ed essere asciutte.

### 3.4.4.2 ELEMENTO DI TENUTA

Le proprietà fisico meccaniche salienti, qualora non diversamente indicato nei grafici di progetto, dovranno garantire almeno i seguenti valori:

**Membrana pre-getto:** Indicativamente composta da un film in polietilene ad alta densità (HDPE) accoppiato ad una matrice multilaminare, dovrà rispettare le seguenti caratteristiche:

Caratteristica	Valore	Norma di riferimento
Allungamento	$\geq 500\%$ (Long. e Trasn)	BS 2782:320 A
Adesione al cls	$\geq 140$ N per 50 mm	MOAT 27:5.1.3
Resistenza al punzonamento	$\geq 990$ N	ASTM E 154
Resistenza alla pressione idrostatica	$\geq 80$ m di colonna d'acqua	ASTM D5385 M
Impermeabilità (conduttività idraulica)	$< 1.4E-11$ cm/s	ASTM D5085-90

Qualora il progetto preveda l'impiego di un impermeabilizzante pre-getto costituito da un tessuto non tessuto con interposta bentonite sodica si dovranno rispettare le seguenti caratteristiche:

Caratteristica	Valore	Norma di riferimento
Resistenza a trazione	$\geq 6$ kN/m	EN ISO 10319
Resistenza allo spellamento	$\geq 2.5$ kN/m	ASTM D 903
Contenuto di bentonite di sodio	$\geq 4.88$ kg /m <sup>2</sup>	EN ISO 14196

Rigonfiamento	$\geq 20$ cc	ASTM D5890
Permeabilità	$< 2E-9$ cm/s	ASTM D5084

**Membrana post-getto:** Indicativamente composta da bitume e gomma accoppiata ad un film in polietilene incrociato ad alta densità (HDPE) e PET , dovrà rispettare le seguenti caratteristiche:

Caratteristica	Valore	Norma di riferimento
Resistenza alla trazione (film in HDPE)	Long. $\geq 48.4$ MPa Trasv. $\geq 45.4$ MPa	ASTM D638-91
Adesione al cls con Primer	$\geq 1.9$ N/mm	ASTM D1000
Resistenza al punzonamento	$\geq 280$ N	ASTM E1 54-93
Resistenza alla pressione idrostatica	$\geq 70$ m di colonna d'acqua	ASTM D5385 -93

Qualora il progetto preveda l'impiego di un impermeabilizzante post-getto costituito da pannelli di cartone biodegradabile riempiti con bentonite sodica si dovranno rispettare le seguenti caratteristiche:

Caratteristica	Valore	Norma di riferimento
Spessore	$\geq 4.8$ mm	-
Permeabilità	$< 2 E-9$ cm/s	ASTM D 5084
Contenuto di bentonite di sodio	$\geq 7.09$ kg (per pannello 122x122 cm)	-



Espansione	$\geq 20$ cc	ASTM D 5890
------------	--------------	-------------

Tutte le impermeabilizzazioni devono essere certificate secondo UNI EN ISO 9001.

La continuità dell'impermeabilizzazione con membrane dovrà essere garantita dall'applicazione di apposite membrane liquide, a freddo o a spruzzo, soprattutto in corrispondenza di quei punti critici in cui è difficile applicare le membrane, che solitamente vengono fornite sotto forma di rotolo. Questi punti critici sono angoli, passaggi di pali e tubi, spigoli ed angoli, punti di sovrapposizione, particolari di finitura. In alternativa si potranno usare nastri adesivi di completamento, ove consigliati dal Produttore.

Lo spessore minimo richiesto per queste membrane è di 1.0 mm; la sovrapposizione minima è di 100 mm, a meno di diversa specifica da parte del produttore. Nel caso si riscontrino zone danneggiate durante l'ispezione, queste potranno essere riparate tramite sovrapposizione di analoghe membrane, con uno sbordo minimo di 100 mm.

Per l'impermeabilizzazione pre-getto con interclusa bentonite sodica dovrà essere garantito un sormonto minimo di 10 cm. Ogni punto critico dovrà essere ben sigillato con apposito prodotto consigliato dal Produttore.

L'Appaltatore dovrà prestare attenzione a tutte le indicazioni fornite dal Produttore per il suo corretto utilizzo, con particolare attenzione a:

- temperatura di applicazione;
- sistema di fissaggio al getto;
- eventuale protezione dalle sollecitazioni meccaniche (armatura o macchine di cantiere per membrane pre-getto, reinterro e costipamento per membrane post-getto);
- presenza di acqua durante la sua applicazione;





- resistenza ad agenti atmosferici e chimici, gas, ove questo problema è rilevante;
- adeguata adesione al calcestruzzo e a se stesso nella zona di sovrapposizione;
- resistenza al punzonamento;
- resistenza alla pressione idrostatica della falda in fase di esercizio;
- permeabilità.

L'Appaltatore dovrà inoltre garantire che:

- la membrana risulti aderente al getto di calcestruzzo, in modo continuo e completo;
- l'acqua non scorra tra la membrana ed il calcestruzzo stesso e nelle zone di sovrapposizione;
- la membrana rimanga aderente alla struttura in caso di cedimenti o scorrimenti.

Delle caratteristiche del sistema da adottare l'Appaltatore è tenuto a fornire preventivamente alla DL le schede tecniche relative a materiali e prove, per ottenere l'approvazione propedeutica all'impiego.

#### **3.4.4.3 STRATO DI PROTEZIONE**

La membrana post-getto dovrà essere protetta dalle sollecitazioni meccaniche causate dal reinterro e dal suo successivo costipamento con pannelli aventi spessore minimo 3 mm.

L'impermeabilizzazione post-getto costituita da pannelli riempiti con bentonite sodica dovrà essere protetta da tessuto non tessuto (min 250 g/m<sup>2</sup>) prima delle fasi di reinterro.

#### 3.4.4.4 CORDOLI IDROESPANSIVI

Le riprese di getto delle strutture sotto falda saranno sigillate mediante un cordolo bentonitico idroespansivo di dimensioni minime di 20x25mm, composto da Bentonite di sodio naturale e da gomma butilica, in grado di espandersi sino a 6 volte il suo volume iniziale senza che ciò comporti modifiche alle sue caratteristiche di tenuta. Il giunto dovrà essere ancorato al piano di posa mediante rete presagomata fissata mediante chiodi a penetrazione graduale.

Il cordolo dovrà inoltre verificare le seguenti specifiche:

- peso specifico:  $\geq 1.6 \text{ g/cm}^3$
- espansione:  $\geq 6$  volte il volume iniziale
- dimensioni: 25x20 cm
- temperatura di applicazione: da  $-15^{\circ}\text{C}$  a  $+50^{\circ}\text{C}$
- cessione sostanze tossiche all'acqua: nulla
- durata: illimitata.

#### 3.4.4.5 WATERSTOP

I giunti waterstop verranno impiegati in tutti i casi previsti nel progetto annegato in tutta la sua larghezza nei due getti di calcestruzzo. Dovrà possedere caratteristiche di impermeabilità, elasticità, resistenza alle azioni aggressive delle soluzioni alcaline acide, resistenza all'invecchiamento. Dovrà possedere le seguenti caratteristiche:

Caratteristica	Valore
Peso specifico	$\geq 1.3 \text{ g/cm}^3$
Resistenza a trazione a $+20^{\circ}\text{C}$	$\geq 12.17 \text{ MPa}$



Allungamento a rottura	$\geq 300\%$
Durezza Shore a +20°C	$\geq 65$

### **3.4.5 Prove e controlli di accettazione**

Tali prove dovranno essere ripetute ad ogni richiesta della Direzione Lavori sui materiali approvvigionati in cantiere.

Il prelievo dei tasselli per l'esecuzione delle prove verrà effettuato su zone scelte a caso sui campioni inviati in laboratorio o sui materiali in cantiere.

Qualora anche una sola delle prove dia esito negativo la guaina sarà rifiutata e la partita dovrà essere allontanata dal cantiere a cura e spese dell'Appaltatore.

Le prove elencate necessarie alla qualificazione delle guaine, potranno essere ripetute ad ogni richiesta della Direzione Lavori sui materiali effettivamente messi in opera. Il prelievo dei tasselli per l'esecuzione delle prove verrà effettuato su zone scelte a caso sul campione inviato o ricostituito in laboratorio, o sui materiali in cantiere.

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

Le prove dovranno essere effettuate presso laboratori qualificati a cura e spese dell'Appaltatore e sotto il controllo della Direzione Lavori, preliminarmente su materiali approvvigionati in cantiere, prima del loro impiego; successivamente, su materiali prelevati durante il corso dei lavori, ogni volta che la Direzione Lavori lo riterrà opportuno.

La campionatura del materiale dovrà essere fatta secondo la Norma UNI 8202/Parte 1.

Dalle prove dovranno risultare soddisfatte le caratteristiche prestazionali riportate nei punti precedenti.



Qualora anche da una sola delle prove risultassero requisiti inferiori a quelli stabiliti, la partita verrà rifiutata e l'Appaltatore dovrà allontanarla immediatamente dal cantiere.

Nel caso di materiali già posti in opera, l'Appaltatore dovrà sospendere la lavorazione e procedere a sua cura e spese, alla loro rimozione ed alla sostituzione con materiali idonei.

La guaina dovrà presentarsi ben distesa, senza pieghe e parti in tensione.

#### **3.4.5.2 DOCUMENTAZIONE**

Tutte le forniture devono essere accompagnate da apposita documentazione che ne comprovi la qualità e la provenienza, nonché le risultanze delle prove svolte presso Laboratori Ufficiali (indicati dalla Direzione Lavori) che ne attestino la piena rispondenza a quanto prescritto nelle presenti Norme.

#### **3.4.6 Oneri specifici dell'appaltatore**

Oltre a tutti gli oneri di cui al presente capitolato speciale sono a completo carico l'Appaltatore tutti gli oneri, nessuno escluso, per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte, tra cui, a titolo esemplificativo e non esaustivo:

- effettuare le lavorazioni anche con soluzione di continuità;
- la preparazione del supporto con le modalità sopra descritte;
- provvedere alla mobilitazione di attrezzature in numero, potenza e capacità operativa tali da consentire una produttività congruente con i programmi di lavoro previsti; le attrezzature dovranno essere altresì le più idonee alle condizioni ambientali, stratigrafiche ed idrogeologiche dei terreni interessati;
- eseguire tutti i controlli e le prove prescritti dal presente Capitolato, così come quelli integrativi che a giudizio della Direzione Lavori, si rendessero necessari per garantire le qualità e le caratteristiche prestazionali previste nel

progetto;

- adottare tutti i provvedimenti previsti nel piano di sicurezza e coordinamento.

### 3.5 ANCORAGGI

Si rimanda alla norma UNI EN 1537 “Esecuzione di lavori geotecnici speciali - Tiranti di ancoraggio”. Tale norma si applica all’esecuzione di tiranti di ancoraggio (permanententi e temporanei) e tratta gli ancoraggi iniettati nel terreno destinati a specifiche prove di carico. Per la realizzazione di ancoraggi realizzati tramite barre ad aderenza migliorata si prevede in genere, se non diversamente specificato in progetto, l’utilizzo di adesivi a base epossidica bicomponente. Altri tipi di resine sono utilizzabili purché forniscano adeguate garanzie sui carichi di ancoraggio a rottura e sulle conseguenti deformazioni che si riscontreranno nelle condizioni previste a progetto e secondo le indicazioni contenute nello stesso, ovvero con riferimento ai dispositivi commerciali ivi indicati come equivalenti. In ogni caso anche per i dispositivi del tipo previsto dovrà essere effettuato, alla presenza della Direzione Lavori, un test di posa con successiva prova di carico estesa fino a rottura. Sul procedimento di posa e sulla prova di carico l’impresa dovrà ottenere dalla Direzione Lavori completa approvazione o recepirne comunque le osservazioni. Si stabilisce che sull’1% degli ancoraggi (con un minimo di un ancoraggio) posti in opera dovrà essere effettuata prova di carico fino a rottura con conseguente ripristino degli ancoraggi sottoposti a prova.

Indicativamente la resina d’ancoraggio presenterà le seguenti caratteristiche minime. Ciò non toglie che ad esempio, in condizioni tali da richiedere maggiori pot-life o adesione sul supporto umido, possano essere adottate caratteristiche inferiori maggiorando le lunghezze d’ancoraggio fatto salvo le verifiche con test in cantiere.

	Standard	Valori	Unità di misura
Resistenza a compressione allo snervamento	ASTM D695-96	≥86	MPa

Resistenza a compressione	ISO 604	≥a 7 giorni :120	MPa
Modulo elastico a compressione	ASTM D695-96	≥1530	MPa
Resistenza a flessione	DIN 53452	≥90	MPa
Modulo elastico a flessione	DIN 53452	≥5700	MPa
Indice di durezza D	ASTM D2240-97 EN ISO 868	≥90	
Resistenza a trazione	ASTM D 638-97	≥51.5	MPa
Allungamento a trazione	ASTM D 638-97	≤3.5	%
Coefficiente lineare a ritiro	ASTM D 2566-86	±0.004	mm/mm
Assorbimento d'acqua	ASTM D 570-95	±0.06	% (24h)
Resistività elettrica	DIN IEC 93 (12.93)	±6.6e13	Ωm

### 3.5.1 Modalità di posa

Per garantire la tenuta del fissaggio con la resina, occorre, una volta forata la superficie in calcestruzzo tramite perforatore o carotatrice, pulire accuratamente il foro con un getto d'aria ( $\geq 5$  volte) e con uno scovolino ( $\geq 5$  volte); quindi iniettare la resina all'interno del foro ed inserire manualmente la barra in acciaio con movimento rotatorio al fine di distribuire la resina uniformemente su tutta la superficie.

Se la profondità del foro fosse maggiore di 15/20 cm, è opportuno servirsi di un tubo miscelatore in plastica da collegare all'estremità dell'ugello, affinché l'iniezione della resina raggiunga la profondità desiderata.

Una volta erogata la resina all'interno del foro occorrerà porre attenzione alla pot-life per coordinare i tempi.

## **3.6 BARRIERE DI SICUREZZA**

### **3.6.1 Descrizione**

Si rimanda alla norma UNI EN 1317 “Sistemi di ritenuta stradali” (in Italia ripresa dal D.M. 21.06.2004). Tale norma fornisce disposizioni per la misurazione della prestazione dei prodotti per sistemi di ritenuta stradali sottoposti a urto e livelli di severità di urto. Essa include i dati del luogo di prova, le definizioni dei sistemi di ritenuta stradali, le specifiche del veicolo (inclusi i requisiti di carico) per i veicoli utilizzati nelle prove d'urto, la strumentazione dei veicoli, le procedure di calcolo e i metodi di registrazione dei dati della prova d'urto, inclusi i livelli di severità d'urto e l'indice di deformazione dell'abitacolo del veicolo (VCDI).

#### **3.6.1.1 BARRIERE DI SICUREZZA METALLICHE**

La barriera metallica stradale di sicurezza sarà a dissipazione controllata di energia e costituita da una o più fasce orizzontali metalliche sagomate fissate ad una serie di sostegni in profilati metallici.

Le fasce saranno fissate ai sostegni in modo che il loro bordo superiore si trovi all'altezza indicata nei certificati di prova al vero (crash test). Saranno previsti elementi strutturali diversi come travi superiori cave, diagonali interne nel rispetto delle configurazioni e caratteristiche indicate nei documenti e disegni di cui ai certificati di prova (crash test). In particolare, le diagonali dovranno rimanere completamente interne alla sagoma di ingombro trasversale tra fascia e fascia nel caso di barriere spartitraffico e tra fascia e tenditore posteriore nel caso di barriere singole.

Le giunzioni fra le fasce avranno una sovrapposizione non inferiore a 300 mm in modo che, nel senso di marcia dei veicoli, la fascia che precede sia sovrapposta a quella che segue.

I montanti metallici avranno caratteristiche dimensionali e forme come indicato nelle relative certificazioni.



Tra la fascia metallica ed i montanti saranno interposti elementi distanziatori, dissipatori di energia ed elementi di sganciamento.

Il collegamento delle fasce tra loro ed i loro sostegni, con l'interposizione dei distanziatori metallici, deve assicurare, per quanto possibile, il funzionamento della barriera a trave continua ed i sistemi di attacco (bulloni e piastrine copriasola) debbono impedire che, per effetto dell'allargamento dei fori, possa verificarsi lo sfilamento delle fasce.

I sistemi di attacco saranno costituiti da bulloneria a testa tonda ad alta resistenza e piastrina copriasola antisfilamento.

I sistemi di collegamento delle fasce ai sostegni debbono consentire la ripresa dell'allineamento sia durante la posa in opera, sia in caso di cedimenti del terreno, consentendo un movimento verticale di più o meno cm 2 ed orizzontale di più o meno cm 1.

Le fasce ed i sistemi di collegamento ai sostegni dovranno consentire la installazione delle barriere lungo curve di raggio non inferiore a m 50 senza ricorrere a pezzi o sagomature speciali.

Ogni tratto sarà completato con pezzi terminali curvi, opportunamente sagomati, in materiale del tutto analogo a quello usato per le fasce.

Le barriere da collocare nelle aiuole spartitraffico saranno costituite da una doppia fila di barriere del tipo avanti descritto, aventi i sostegni ricadenti in coincidenza delle stesse sezioni trasversali.

Restano ferme per tali barriere tutte le caratteristiche fissate per le barriere laterali, con l'avvertenza di adottare particolare cura per i pezzi terminali di chiusura e di collegamento delle due fasce, che dovranno essere sagomate secondo forma circolare che sarà approvata dalla Direzione Lavori.

Ad interasse non superiore a quello corrispondente a tre fasce dovrà essere eseguita l'installazione di dispositivi rifrangenti, i quali avranno area non inferiore a centimetri quadrati 50, in modo che le loro superfici risultino pressoché normali





all'asse stradale.

La Direzione dei Lavori potrà ordinare tutti gli accorgimenti esecutivi per assicurare un'adeguata collocazione dei sostegni in terreni di scarsa consistenza prevedendone anche l'infittimento locale.

In casi speciali, con l'approvazione della Direzione dei Lavori, i sostegni potranno essere ancorati al terreno per mezzo di un basamento in calcestruzzo. Le caratteristiche dimensionali e la resistenza dei calcestruzzi saranno determinate dall'Impresa e sottoposte all'approvazione della Direzione dei Lavori.

### **3.6.1.2     *PARAPETTI METALLICI***

I parapetti da installare in corrispondenza dei manufatti saranno costituiti da una serie di sostegni verticali in profilato metallico e da un corrimano in tubolare metallico posto ad altezza non inferiore a m 1 dal piano della pavimentazione finita. Completeranno il parapetto idonee strutture secondarie di riempimento delle specchiature realizzate da montanti e corrimano, aventi geometria tale da non consentire il passaggio di oggetti con diametro minimo maggiore di 10 cm.

I sostegni per parapetti saranno in profilato di acciaio in un solo pezzo opportunamente sagomato.

I sostegni saranno di norma alloggiati, per la occorrente profondità, in appositi fori di ancoraggio predisposti, o da predisporre sulle opere d'arte e fissati con malta avente caratteristiche antiritiro. In alternativa potranno adottarsi anche fissaggi mediante piastre forate di base e tasselli meccanici o chimici di fissaggio (fastener), purché venga garantito il medesimo livello di sicurezza previsto in progetto, con il minimo stabilito dalla norma sopra citata.

Il corrimano, in tubolare metallico delle dimensioni esterne non inferiore a mm 45 e spessore non inferiore a mm 2,4, sarà fissato allo stesso sostegno della fascia.

### **3.6.2     *Caratteristiche prestazionali***

Le barriere di sicurezza dovranno possedere le caratteristiche prestazionali di cui



alle seguenti normative:

- ✓ Circolare LL.PP. n. 2337 del 11.7.1987
- ✓ D.M. LL.PP. 18.02.1992 n. 223
- ✓ Circolare LL.PP. n. 2595 del 09.06.1995
- ✓ Circolare LL.PP. n. 2357 del 16.05.1996
- ✓ Circolare LL.PP. n. 4622 del 15.10.1996
- ✓ D.M. LL.PP. 15.10.1996 (Aggiornamento del D.M. LL.PP. 18.02.1992 n. 223)
- ✓ D.M. LL.PP. 03.06.1998
- ✓ D.M. LL.PP. 11.06.1999
- ✓ Circolare LL.PP. 06.04.2000
- ✓ D.M. LL.PP. 02.08.2001
- ✓ UNI EN 1317 - 1 e 2
- ✓ D.M. 21.06.2004
- ✓ D.M. 17.01.2018
- ✓ Circolare del Ministero delle Infrastrutture e Trasporti del 21/07/2010 (prot. 0062032)

In particolare, i parapetti realizzati sui ponti (viadotti, sottovia o cavalcavia, sovrappassi, sottopassi, strade sopraelevate, ecc. ...) dovranno rispondere alle norme previste dal D.M. del 17-01-2018.

### **3.6.2.1 CARATTERISTICHE DI RESISTENZA AGLI URTI**

Le barriere ed i parapetti metallici debbono avere caratteristiche tali da resistere ad urti di veicoli e da presentare una deformabilità pressoché costante in qualsiasi



punto. A tal riguardo essi dovranno avere caratteristiche di resistenza almeno pari a quelle richieste dal D.M. 21.06.2004 tabella A) per il tipo di strada, di traffico, ubicazione delle barriere stesse.

Le caratteristiche predette saranno verificate dalla Direzione dei Lavori sulla base dei “Certificati di omologazione” esibiti dall’Impresa ed ottenuti in base ai disposti del D.M. 21.06.2004, ovvero, nel caso di non avvenuta omologazione e/o nelle more del rilascio di essa, l’Impresa dovrà fornire alla Direzione dei Lavori un’idonea documentazione dalla quale risulti che ognuna delle strutture da impiegare nel lavoro ha superato con esito positivo le prove dal vero (crash test) effettuate secondo le procedure fissate dal citato D.M.. Le prove dovranno essere state effettuate presso i campi prove autorizzati come da circolare del Ministero LL.PP del 06.04.2000.

La predetta documentazione dovrà essere consegnata alla Direzione dei Lavori all’atto della consegna dei lavori.

### **3.6.2.2 MATERIALI**

#### **a) Barriere di sicurezza**

I materiali da impiegare nei lavori saranno esenti da scorie, soffiature e da qualsiasi altro difetto; gli acciai per c.a. c.a.p. e carpenteria metallica dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche emanate con D.M. 17-01-2018 in applicazione dell’art. 21 della legge 05.11.1971 n. 1086; tutti gli elementi metallici costituenti la barriera devono essere in acciaio di qualità non inferiore a S235JR secondo UNI EN 10025, la bulloneria secondo la norma UNI 3740, il tutto zincato a caldo nel rispetto della norma UNI EN ISO 1461 con un apporto di zinco non inferiore a 300 g/m<sup>2</sup> per ciascuna faccia.

Nel caso di forniture di barriere di sicurezza corredate da certificazioni di prove dal vero, la classe della bulloneria e le caratteristiche dimensionali di tutti i singoli componenti saranno quelle indicate nei disegni allegati ai certificati medesimi.

Le qualità da utilizzare dovranno essere conformi a quelle previste dai certificati



di omologazione o dai rapporti di prove di urto vero, sia per quanto riguarda le caratteristiche meccaniche sia per quelle chimiche. L'acciaio dovrà essere zincabile.

Le tolleranze di spessore ammesse sono quelle della norma EN 10051/91.

La qualità delle materie prime deve essere certificata dai relativi Produttori o da Enti o Laboratori Ufficiali di cui all'art. 20 legge 1086/71 o autorizzati con Decreto del Ministero dei LL.PP. Tutte le barriere dovranno essere identificabili con nome del produttore. Se omologate, dovranno riportare la classe di appartenenza e la sigla di omologazione, del tipo e numero progressivo.

#### a) Parapetti

I parapetti dovranno essere realizzati, per quanto attiene gli acciai laminati a caldo, con materiali rispondenti alle prescrizioni contenute nel D.M. 17-01-2018, mentre per altri tipi di acciaio o di metallo si dovrà far riferimento alle Norme UNI corrispondenti o ad altre eventuali.

Tutte le parti metalliche dei parapetti dovranno essere in acciaio di qualità non inferiore a S235JR ed assoggettate alla zincatura a caldo mediante il procedimento a bagno. I quantitativi minimi di zinco saranno di grammi 300 per metro quadrato e per ciascuna faccia; i controlli dei quantitativi di zinco saranno effettuati secondo i procedimenti previsti dalle norme ASTM n.A 90/53.

### 3.7 BARRIERE ACUSTICHE

#### 3.7.1 *Dispositivi per la riduzione del rumore da traffico stradale*

##### 3.7.1.1 **QUALITÀ E CARATTERISTICHE DEI MATERIALI COSTITUENTI LE BARRIERE ANTIRUMORE**

Il presente capitolo specifica le caratteristiche acustiche e tecniche dei materiali che costituiscono le barriere antirumore e dettaglia le prove acustiche cui devono

essere sottoposti i materiali, relativamente alle fasi di omologazione, accettazione materiali e prove di collaudo in sito o durabilità. Le certificazioni di omologazione dovranno essere esibite contestualmente alla presentazione dell'offerta economica, pena l'invalidazione della offerta stessa.

Tutte le prove acustiche dovranno essere effettuate presso laboratori accreditati, preventivamente concordati con la Direzione Lavori.

#### **3.7.1.1.1 PREQUALIFICA DEL SISTEMA ANTIRUMORE**

I sistemi antirumore devono essere caratterizzati sia in termini di proprietà prettamente acustiche, descritte da alcune prestazioni funzionali (caratteristiche acustiche), sia in termini di proprietà meccaniche, di sicurezza, di compatibilità ambientale, ecc. (caratteristiche non acustiche).

L'insieme di queste caratteristiche, acustiche e non acustiche, deve essere opportunamente certificato, secondo le metodologie e le norme di riferimento di seguito esplicitate.

I sistemi antirumore stradali, in quanto rientranti fra i “dispositivi fissi per la circolazione”, sono regolamentati dalla Direttiva Europea 89/106 CEE “Prodotti da Costruzione” (CPD) recepita a livello italiano dal DPR 246/93. Fondamento della direttiva è il principio in base al quale i prodotti impiegati nelle costruzioni debbano essere dotati di caratteristiche idonee a garantirne la conformità ai seguenti requisiti essenziali:

- resistenza meccanica e stabilità;
- sicurezza in caso di incendio;
- igiene salute e ambiente;
- sicurezza di utilizzazione;
- protezione contro il rumore;
- risparmio energetico e isolamento termico.

Le norme armonizzate europee riguardano le caratteristiche intrinseche dei prodotti utilizzati e costituiscono il riferimento per il rilascio del marchio CE.



Pertanto, il “sistema barriera antirumore”, costituito da diversi elementi (pannelli, montanti, guarnizioni, etc.), deve possedere i requisiti funzionali minimi dettagliati dalla norma armonizzata UNI EN 14388 (Road traffic noise reducing devices – Specifications) ed essere commercializzato come sistema omogeneo riportante la marcatura CE.

Seguendo lo spirito che è alla base delle norme armonizzate, la marcatura CE si intende applicata al sistema barriera antirumore e non al singolo componente; inoltre la marcatura CE garantisce la conformità di un certo numero di prestazioni “minime” e non è quindi esaustiva di altre funzionalità o requisiti dettagliati dal presente Capitolato Speciale al fine di tener conto di particolari situazioni di installazione dei prodotti.

La marcatura CE si riferisce pertanto ad un insieme di caratteristiche prestazionali che attestano la prequalifica del sistema antirumore. L’attestato di marcatura e relativi certificati di prova rilasciati da laboratorio accreditato devono essere esibiti in fase di approvazione degli elaborati di officina, in ogni caso prima dell’inizio delle attività di cantiere.

La marcatura CE non esime comunque il fornitore dal presentare:

- certificati relativi a prove integrative alla prequalifica eventualmente richieste dal progettista;
- certificati di conformità di prodotti e materiali richiesti dalla Direzione Lavori in base alle caratteristiche prescritzionali;
- certificati di collaudo e verifiche di durabilità richieste dalla Direzione Lavori in base alle indicazioni progettuali.

Nei paragrafi seguenti sono trattate separatamente le singole caratteristiche prestazionali, indicando per ognuna le grandezze da verificare, corredate delle norme di riferimento secondo cui le prove devono essere eseguite.

### 3.7.1.1.2 *PROVE ACUSTICHE*

I requisiti acustici che i sistemi antirumore devono possedere all'atto della prequalifica si riferiscono alle cosiddette caratteristiche intrinseche.

Questa categoria comprende le caratteristiche proprie del prodotto antirumore, indipendentemente dall'ambiente in cui esso sarà installato e dall'effetto finale di riduzione del rumore; sono tali le proprietà di assorbimento o riflessione del suono (vedere UNI EN 1793-1 - Metodo di prova per la determinazione della prestazione acustica - Parte 1: Caratteristiche intrinseche di assorbimento acustico in condizioni di campo sonoro diffuso e UNI EN 1793-5 - Metodo di prova per la determinazione della prestazione acustica - Parte 5: Caratteristiche intrinseche - Valori in situ della riflessione sonora in condizioni di campo sonoro diretto), le proprietà di isolamento acustico per via aerea (vedere UNI EN 1793-2 - Metodo di prova per la determinazione della prestazione acustica - Parte 2: Caratteristiche intrinseche di isolamento acustico per via aerea in condizioni di campo sonoro diffuso e UNI EN 1793-6 – Metodo di prova per la determinazione della prestazione acustica - Parte 6: Caratteristiche intrinseche - Valore in situ di isolamento acustico per via aerea in condizioni di campo sonoro diretto) e, per le barriere con dispositivi aggiunti, le modalità di diffrazione al bordo superiore (vedere UNI EN 1793-4 – Metodo di prova per la determinazione della prestazione acustica - Parte 4: Caratteristiche intrinseche - Valori in situ della diffrazione sonora).

I valori minimi indicati dalla norma tecnica non escludono specifiche richieste effettuate dal progettista in relazione alle peculiarità dei singoli progetti. In questi casi i sistemi antirumore, all'atto della prequalifica, dovranno soddisfare i requisiti minimi di progetto.

Le prove in campo aperto sopracitate possono essere ripetute sulla barriera installata, su richiesta della Direzione Lavori, per valutare la corretta installazione (collaudo) o per valutare nel tempo il mantenimento delle caratteristiche iniziali (controlli previsti dal piano di manutenzione).



### **3.7.1.2 VERIFICA ACUSTICA DELLA BARRIERA ANTIRUMORE**

A fini di collaudo i rilievi andranno eseguiti in ragione di almeno un punto per km lineare di barriera (o frazione di km) e comunque almeno in un punto individuato dalla Direzione Lavori e per ogni singolo intervento.

Rispetto ai valori nominali di prequalificazione è ammessa una tolleranza in difetto pari al 10% per quanto riguarda l'indice di riflessione,  $DL_{Ri}$ , in ciascuna banda di 1/3 ottava, e a 2 dB per quanto riguarda il fonoisolamento, espresso come  $DL_{Si}$ . Se previsto dal piano di manutenzione, le stesse procedure possono essere utilizzate per verificare la durabilità dei materiali impiegati, con riferimento all'invecchiamento (condizioni meteorologiche, effetti chimico-fisici). I rilievi devono essere eseguiti negli stessi punti su cui sono state effettuate le prove di collaudo in sito, a distanza di cinque anni dalla data di ultimazione dell'intervento. Rispetto ai valori nominali di pre-qualificazione è ammessa una tolleranza in difetto pari al 20% per quanto riguarda l'indice di riflessione,  $DL_{Ri}$ , in ciascuna banda di 1/3 ottava, ed a 3 dB per quanto riguarda il fonoisolamento, espresso come  $DLSI$ .

Le prestazioni globali della barriera antirumore (collaudo finale) verranno verificate entro 90 giorni dalla data di conclusione dei lavori e verranno eseguite secondo le modalità riportate nella norma UNI 11022: 2003 "Misurazioni dell'insertion-loss di sistemi antirumore per infrastrutture di trasporto in ambiente esterno".

Tutte le spese inerenti le prove di accettazione materiali e collaudo saranno a carico dell'Impresa.

### **3.7.1.3 CARATTERISTICHE ACUSTICHE**

#### **3.7.1.3.1 PANNELLI FONOASSORBENTI/FONOSOLANTI**

##### ***Pannelli di classe 1, a elevate prestazioni***

Si tratta di pannelli di elevate prestazioni acustiche da impiegarsi nelle situazioni





in cui sia opportuno garantire elevati valori di insertion-loss della barriera ed evitare i fenomeni di riflessione. Per tali pannelli si prescrivono i seguenti requisiti minimi di accettabilità:

Metodo UNI EN 1793 – 1 : categoria A4;

Metodo UNI EN 1793 – 2 : categoria B3;

Metodo UNI EN 1793 – 5 : categoria B3 sia per pannello che per montante.

In tali pannelli l'elemento fonoassorbente può essere costituito da uno o più strati di materiale fonoassorbente (lana minerale, fibre tessili, fibra poliestere, espansi plastici, fibre plastiche, ecc.) opportunamente protetti da lamiera forata o striata o altri materiali.

L'elemento fonoisolante sarà invece costituito da lamiera in alluminio (opportunamente lavorata, nervata e verniciata, eventualmente con l'aggiunta di idoneo materiale smorzante), da materiali trasparenti (polimetilmetacrilato).

### ***Pannelli di classe 2, a medie prestazioni***

Si tratta di pannelli da impiegarsi in casi in cui sia opportuno garantire valori medi di insertion loss ed i fenomeni di riflessione non costituiscono un fattore di rilevante importanza. Per tali pannelli si prescrivono i seguenti requisiti minimi di accettabilità:

Metodo EN 1793 – 1 : categoria A2 o A3;

Metodo EN 1793 – 2 : categoria B2;

Metodo pr EN 1793 – 5 : categoria B2 sia per pannello che per montante.

La composizione dei pannelli è analoga a quanto illustrato per i pannelli di classe 1.

### ***Pannelli di classe 3***

Si tratta di pannelli da impiegarsi nei casi più semplici: l'utilizzo di tali materiali è consentito esclusivamente se esplicitamente riportato negli elaborati progettuali. Per tali pannelli si prescrivono i seguenti requisiti minimi di accettabilità:

Metodo EN 1793 – 1 : categoria A1 o A2;

Metodo EN 1793 – 2 : categoria B1 o B2;

Metodo pr EN 1793 – 5 : categoria B1 sia per pannello che per montante.

### **3.7.1.4 CARATTERISTICHE GENERALI**

Le barriere antirumore devono soddisfare ai requisiti meccanici e di stabilità previsti nelle norma UNI EN 1794 – 1: 2018 “Dispositivi per la riduzione del rumore da traffico stradale - Prestazioni non acustiche - Parte 1: Prestazioni meccaniche e requisiti di stabilità” relativamente ai parametri e ai valori di riferimento qui di seguito riportati:

#### ***Carico del vento, carico dinamico e carico statico***

Le barriere devono essere conformate in modo che sotto i carichi di esercizio presentino deformazioni massime tali da non comprometterne l'efficienza. Pertanto si prescrivono valori massimi di deflessione, elastica e permanente, secondo quanto riportato ai punti A.3 e A.4 dell'appendice A della norma UNI EN 1794 – 1: 2018.

La certificazione dovrà essere ottenuta tramite specifiche prove sperimentali o mediante relazione di calcolo predisposta da professionisti abilitati, tramite l'uso di codici di calcolo preventivamente tarati.

Le caratteristiche dovranno essere certificate relativamente alla struttura portante, i pannelli ed i dispositivi aggiuntivi di sommità.

#### ***Impatto di pietre***

I pannelli possono essere oggetto di impatti localizzati a seguito della proiezione di pietre o piccoli oggetti: per garantire la resistenza a tali impatti vengono definiti dei criteri di accettabilità secondo quanto descritto nell'appendice C della norma UNI EN 1794 – 1:2018.

Le barriere antirumore devono soddisfare ai requisiti di sicurezza e ambientali previsti nelle norma UNI EN 1794 – 2: 2011 “Dispositivi per la riduzione del

rumore da traffico stradale - Prestazioni non acustiche - Parte 2: Requisiti generali di sicurezza e ambientali” relativamente ai parametri e valori di riferimento qui di seguito riportati:

#### ***Resistenza all'incendio della macchia***

Al fine di evitare fenomeni di innesco incendio da parte di fiamme provenienti dalla combustione di vegetazione secca o da altro materiale in stretta vicinanza, vengono prescritti criteri di accettazione secondo quanto definito dall'appendice A della norma UNI EN 1794 – 2: 2011.

#### ***Caduta di frammenti***

I frammenti di barriera, derivanti da rotture a seguito di impatti violenti, non devono costituire elementi di pericolo per gli occupanti dei veicoli o per altre persone poste in vicinanza della barriera. Pertanto nel caso di barriere posizionate su opere d'arte sovrastanti altre infrastrutture di trasporto o nel caso di barriere poste nelle immediate vicinanze di abitazioni, vengono definiti dei criteri di accettabilità mediante prove sperimentali effettuate con le modalità descritte nell'appendice B della norma UNI EN 1794 – 2: 2011.

#### ***Protezione ambientale***

I materiali impiegati nella costruzione delle barriere non devono causare effetti tossici o comunque negativi sull'ambiente circostante, sia durante l'esercizio (rilascio fumi, polveri, odori, fibre dannose, inquinamento acque, ecc.) sia alla fine della vita utile (sostanze chimiche utilizzate come leganti dei materiali fonoassorbenti, vernici, ecc.). Vengono prescritti criteri di accettazione secondo quanto definito nell'appendice C della norma UNI EN 1794 – 2: 2011

#### ***Vie di fuga in casi di emergenza***

Le barriere costituiscono un limite di accesso alle zone adiacenti, sia all'interno di una strada, sia in altri contesti. Nei casi in cui si debbano assicurare varchi per manutenzione o vie di fuga per casi di emergenza vengono prescritti criteri di accettazione secondo quanto definito nell'appendice D della norma UNI EN 1794

– 2: 2011.

### ***Riflessione della luce***

Per evitare fenomeni di abbagliamento, le barriere devono essere testate secondo quanto prescritto nella norma ISO 2813: 2016 “Determinazione del valore di brillantezza a 20 gradi, a 60 gradi e 85 gradi” e nell’appendice E della norma UNI EN 1794 – 2: 2011. I valori derivanti dai test effettuati devono essere riportati nelle caratteristiche tecniche di fornitura.

### ***Trasparenza***

Le barriere devono tenere conto della trasparenza statica e dinamica come metodo di comparazione tra vari prodotti. Tali aspetti sono importanti per la diminuzione della distorsione della percezione degli orizzonti e per situazioni di necessità di una visuale anticipata del traffico. I criteri di valutazione sono descritti nell’appendice F della norma UNI EN 1794 – 2: 2011.

#### **3.7.1.4.1 PANNELLI (DA VERIFICARE )**

##### Pannelli in alluminio

Devono essere realizzati in lega Al-Mg-Mn secondo norma UNI EN 1999-1-1:2014, con buona resistenza alla corrosione.

Per i pannelli lo spessore minimo della lamiera su entrambi i lati, forati e non, sarà di 1,5 mm; nel caso si applichi sulla lamiera non forata un materiale di appesantimento (smorzante a base bituminosa o di gomma) del peso di almeno 5 kg/mq, lo spessore di tale lamiera può essere ridotto a 1,2 mm.

Gli elementi dei pannelli in alluminio dovranno essere pretrattati alla verniciatura mediante opportuni sistemi di decapaggio e di preparazione.

Lo spessore minimo locale della protezione deve essere di almeno 60 micron. L'alluminio non deve essere in contatto stabile con rame o sue leghe.

Si prescrivono i seguenti requisiti.



- 1) spessore minimo della protezione anticorrosiva: i valori dichiarati o 60 micron (il maggiore tra i due)
- 2) aderenza, secondo UNICHIM MU 630: almeno grado 0
- 3) resistenza alla scalfittura, secondo UNI EN ISO 1518: 2011 (da eseguire solo sulla faccia esposta): valore minimo 60 N
- 4) resistenza agli urti, secondo norma UNI 8901: per caduta di una massa di 1 kg da un'altezza da 30 cm sulla faccia esposta, non devono verificarsi screpolature o distacchi su entrambe le facce.
- 5) resistenza all'umidità', secondo norma UNI 8744; esigenza minima (dopo 1500 ore di esposizione): la corrosione e/o la bollatura lungo l'incisione non devono penetrare per più di 2 mm. Non è ammessa nessun'altra alterazione visiva o perdita di aderenza.
- 6) resistenza alla corrosione da nebbia salina acetica, secondo norma UNI 5687; esigenza minima (dopo 500 ore di esposizione): l'ossidazione la bollatura lungo l'incisione non devono penetrare per più di 2 mm. Non e' ammessa nessun'altra alterazione visibile o perdita di aderenza.

Le operazioni meccaniche di foratura vanno effettuate prima dei trattamenti protettivi.

Materiale fonoassorbente interno al pannello:

Per quanto riguarda il materiale fonoassorbente, per i pannelli in alluminio, esso va inserito, ove previsto, all'interno della struttura metallica scatolata.

Il materiale in oggetto è costituito da complessi porosi (fibrosi minerali o plastici, o schiume sintetiche) che sfruttano i fenomeni di attrito e di risonanza.

Per aumentare la durabilità e per evitare impregnazioni e/o ritenzioni di liquidi che possano degradarne le caratteristiche meccaniche ed acustiche potranno essere impiegati sistemi protetti da una membrana microporosa ed idrorepellente, posizionata verso la sorgente del rumore.

Il materiale deve risultare imputrescibile, inerte agli agenti atmosferici e non infiammabile.

Questi valori verranno verificati dopo il montaggio e ripetuti in sito con apparecchiature ad onde stazionarie o con il metodo impulsivo.

Per le fibre poliestere 100% la densità deve risultare compresa fra 40 e 70 kg/mc; le fibre devono essere termolegate senza l'utilizzo di collanti termoindurenti.

Per la lana minerale sono prescritti le seguenti caratteristiche:

- 1) grado di igroscopicità secondo norma UNI 6543: 1969 (tempo di prova 1 giorno). Il grado di igroscopicità non deve essere superiore al 0,2% in volume.
- 2) resistenza all'acqua secondo il seguente procedimento: si pone il provino in esame, di dimensioni 100x100x5 mm, in un contenitore di acqua distillata alla temperatura ambiente e si verifica, dopo 24 h, che non siano avvenuti sfaldamenti del provino e colorazione dell'acqua.
- 3) resistenza al calore secondo il seguente procedimento: si pone il provino in esame, di dimensioni 100x100x5 mm, in un forno alla temperatura di 150 °C per 24 H, poggiandolo su una delle facce maggiori e si verifica che non ci siano variazioni della lunghezza e della larghezza del provino di valori superiori a +5%.

#### Pannelli trasparenti

Qualora particolari esigenze architettoniche lo impongano, sarà possibile l'impiego, anche parziale, di pannelli in materiale trasparente (polimetilmetacrilato).

I pannelli in metilmetacrilato possono essere del tipo colato o estruso, con spessore minimo di 15 mm e dovranno essere dotati di strisce satinare orizzontali (per la protezione dei volatili). Dovranno essere conformi a quanto richiesto dalle

norme DIN 16957 e devono inoltre soddisfare le seguenti caratteristiche tecniche:

Caratteristica	Metodo	Metacrilato
Densità minima (gr/cc)	D792	1.1
Resistenza a flessione minima (MN/m)	D790	100
Resistenza a trazione (MN/m)	D638	65
Resistenza all'urto senza intaglio (kJ/m)	D256	1.1
Temperatura rammollimento Vicat (°C)	D1525	110
Coefficiente max. dilatazione termica (1/°C)	D696	80x10 <sup>-6</sup>
Trasmissione luce per lastra incolore (%)	D1003	90
Grado di giallo (%)	D1925	2

Un telaio in acciaio completo di guarnizioni ne consente l'installazione tra i montanti.

#### 3.7.1.4.2 MONTANTI (DA VERIFICARE )

I montanti metallici devono essere realizzati in acciaio al carbonio con caratteristiche meccaniche non inferiori a Fe 360 B (tipo S235JR secondo UNI EN-10025) e zincati a caldo in accordo alla norma UNI EN 1461 per uno spessore non inferiore a 60 micron, previo ciclo di sabbiatura SA 2-1/2 oppure trattamento di decapaggio chimico.

Inoltre è richiesto un ulteriore trattamento della superficie, subito dopo la zincatura, mediante ciclo di verniciatura analogo a quanto prescritto per pannelli metallici in acciaio al carbonio.

Lo spessore minimo locale della protezione (verniciatura + zincatura), deve essere di almeno 120 micron, in modo da realizzare una superficie esente da pori.

Il Fornitore, rispettando comunque quanto sopra riportato, deve indicare il sistema di trattamento previsto per la protezione anticorrosiva della superficie dei diversi elementi ed allegare le schede tecniche dei prodotti verniciati impiegati e le modalità di applicazione.

Le prove previste sul montante sono le seguenti:

- verifica della zincatura
- misura degli spessori degli strati protettivi.

Sui profili costituenti i montanti che non risultino "prodotti qualificati" al sensi



del DM 14/01/2008 "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in calcestruzzo armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche", devono essere effettuate tutte le prove meccaniche e chimiche previste dalle norme UNI ( oppure EN ), in numero atto a fornire un'idonea conoscenza delle proprietà di ogni singolo lotto di fornitura e comunque pari ad almeno tre saggi per ogni 20 t di ogni singolo profilo.

Tutti i singoli valori sperimentali dovranno rispettare le prescrizioni di cui ai prospetti 2-1 e 2-11 del DM sopra menzionato, per quanto riguarda le caratteristiche meccaniche e chimiche, alle tabelle UNI (oppure EN) corrispondenti.

#### **3.7.1.4.3 ACCESSORI (DA VERIFICARE)**

##### **A) Sigillanti e guarnizioni**

Il fornitore dovrà specificare preventivamente le caratteristiche tecniche dei materiali utilizzati per i sigillanti e le guarnizioni, specie per quanto riguarda la resistenza all'invecchiamento dell'elastomero utilizzato. Inoltre detti materiali dovranno rispettare la norma DIN 53571 (o EN equivalente). Il profilo della guarnizione dovrà essere studiato in modo tale da evitare la fuoriuscita del pannello nel momento di maggiore sollecitazione ed ammortizzare le vibrazioni dello stesso. Le guarnizioni da utilizzare con i pannelli in policarbonato o in metilmetacrilato non dovranno contenere acido acetico.

##### **B) Accessori metallici**

Tutti gli elementi metallici non precedentemente esaminati (bulloneria, rivetti, rondelle elastiche e non, pietre di base dei montanti, distanziatori, tirafondi, ecc.) devono essere in acciaio zincato a caldo in accordo alla norma UNI EN ISO 1461, per uno spessore non inferiore a 60 micron (ad eccezione delle piastre di base per le quali vale quanto indicato per i montanti).

Per quanto riguarda i tirafondi, il materiale dovrà avere caratteristiche meccaniche



non inferiori a quelle del tipo S 235 della norma UNI EN 10263, mentre le piastre di base saranno realizzate in acciaio con caratteristiche meccaniche non inferiori a quelle del tipo S235JR secondo UNI EN 10025. I bulloni dovranno appartenere alla classe prevista dai carichi di progetto, secondo la norma UNI EN ISO 898-1:2001.

### 3.7.1.5 VERNICIATURE (DA VERIFICARE)

## Generalità

Tutte le strutture in acciaio al carbonio dovranno essere protette contro la corrosione mediante uno dei cicli di verniciatura definiti nel presente articolo.

I cicli di verniciatura saranno preceduti da spazzolature meccaniche o sabbiature secondo le disposizioni impartite di volta in volta dalla Direzione Lavori.

I cicli di verniciatura saranno formati da un minimo di tre mani di prodotti vernicianti mono o bicomponenti indurenti per filmazione chimica o filmazione fisica; di seguito vengono descritte le diverse tipologie di ciclo di verniciatura.

### Ciclo “A”

Il rivestimento dovrà essere formato come minimo da tre mani di prodotti vernicianti.

Le caratteristiche di composizione degli strati sono descritte nel seguito.

1° strato - Mano di fondo al clorocaucciù pigmentata con minio e cromato di zinco ( $\text{ZnCrO}_4$ ), avente un ottimo potere bagnante sul supporto.

Caratteristiche formulative della mano di fondo:

- tipo legante    clorocaucciù
- PVC % (concentrazione volumetrica del pigmento)        >= 36%
- % pigmenti sul totale polveri                      >= 82%



- tipi di pigmento minio -  $ZnCrO_4$
- legante secco % 25%
- spessore del film 80 : 100 u
- metodo di applicazione pennello

2° strato - Mano intermedia al clorocaucciù pigmentata con rosso ossido, ferro micaceo, alluminio, avente un ottimo potere di attacco alla mano sottostante.

Caratteristiche formulative della mano intermedia:

- tipo di legante clorocaucciù
- PVC %  $\geq 41\%$
- % pigmento sul prodotto finito  $\geq 14\%$
- tipi di pigmento rosso ossido, ferro-micaceo, alluminio
- legante secco % 28%
- spessore del film 80 : 100 u
- metodo di applicazione pennello

3° strato - Mano di finitura acrilica al clorocaucciù pigmentata con biossido di titanio, avente una ottima resistenza agli agenti atmosferici e chimici.

Caratteristiche formulative della mano di finitura:

- tipo di legante clorocaucciù acrilica
- PVC %  $\geq 26\%$
- % pigmento sul prodotto finito  $\geq 26\%$
- tipi di pigmento biossido di titanio ( $TiO_2$ )
- legante secco % 33%



- spessore del film 40 u
- metodo di applicazione pennello o rullo

#### Ciclo “B”

Il rivestimento dovrà essere formato come minimo da tre mani di prodotti vernicianti.

Le caratteristiche di composizione degli strati sono descritte nel seguito.

1° strato - Mano di fondo epossidica pigmentata con  $\text{ZnCrO}_4$  (cromato di zinco) avente un ottimo potere bagnante sul supporto.

Caratteristiche formulative della mano di fondo:

- tipo di legante epossidico
- PVC %  $\geq 36\%$
- % pigmento sul totale polveri  $\geq 25\%$
- tipo di pigmento cromato di zinco  $\text{ZnCrO}_4$
- legante secco % 26%
- spessore del film 30 : 40 u
- metodo di applicazione pennello

2° strato - Mano intermedia epossidica pigmentata con biossido di titanio ( $\text{TiO}_2$ ), avente un ottimo potere di attacco alla mano sottostante:

- tipo di legante epossidico
- PVC %  $\geq 40\%$
- % pigmento sul totale polveri  $\geq 11\%$
- tipo di pigmento biossido di titanio ( $\text{TiO}_2$ )



- legante secco % 26%
- spessore del film 80 : 100 u
- metodo di applicazione pennello

3° strato - Mano di finitura poliuretanica di tipo non ingiallente e non sfarinante. Il tipo di polisocianato dovrà essere alifatico (né aromatico, né cicloalifatico), con un contenuto di monomeri volatili non superiore allo 0,7% (ASTM D 2615/67 T):

- tipo di legante poliuretanico
- PVC %  $\geq 16\%$
- % pigmento sul totale polveri  $\geq 26\%$
- tipo di pigmento biossido di titanio (TiO<sub>2</sub>)
- legante secco % 39%
- spessore del film 30 : 40 u
- metodo di applicazione pennello o rullo

#### Ciclo "C"

Il rivestimento dovrà essere formato come minimo da quattro mani di prodotti verniciati.

Le caratteristiche di composizione degli strati sono descritte nel seguito.

1° strato - Mano di fondo oleofenolica, i cui pigmenti inibitori dovranno essere: ossido di piombo (minio), cromati di zinco, fosfati di zinco, cromati di piombo, silico-cromati di piombo, in composizione singola o miscelati tra loro in modo da conferire la migliore resistenza alla corrosione.

È ammessa la presenza di riempitivi a base di solfato di bario (BaSO<sub>4</sub>) e silicati in

quantità non superiore al 45% sul totale dei pigmenti e riempitivi.

Caratteristiche formulative della mano di fondo:

- |                                 |   |
|---------------------------------|---|
| - tipo di legante               | oleofenolico  |
| - % pigmenti sul totale polveri | $\geq 55\%$   |
| - tipi di pigmento              | ossido di piombo, cromati di zinco, fosfati di zinco, cromati di piombo, silicocromati di piombo. |
| - legante secco (resina) %      | $\geq 18\%$   |
| - tipo di olio nel legante      | olio di lino e/o legno  |
| - % olio nella resina secca     | $\geq 60\%$   |
| - spessore del film secco       | 35 : 40 u   |
| - metodo di applicazione        | pennello o rullo  |

2° strato - Mano intermedia oleofonica di colore differenziato dalla 1° mano, di composizione identica al 1° strato; il pigmento inibitore potrà essere sostituito con aggiunta di ossido di ferro per la differenziazione del colore, in quantità non superiore al 6% sul totale dei pigmenti e riempitivi.

Caratteristiche formulative della 2° mano:

- |                                 |  |
|---------------------------------|--|
| - tipo di legante               | oleofenolico   |
| - % pigmenti sul totale polveri | $\geq 55\%$  |
| - tipi di pigmento              | ossido di piombo, cromati di zinco, fosfati di zinco, cromati di piombo, silicocromati di piombo, ossido di ferro. |
| - legante secco (resina) %      | $\geq 18\%$  |



- tipo di olio nel legante                      olio di lino e/o legno
- % olio nella resina secca                       $\geq 60\%$
- spessore del film secco                      35 : 40 u
- metodo di applicazione                      pennello, rullo o airless

3° strato - Mano intermedia alchidica modificata con oli vegetali e clorocaucciù, il cui rapporto in peso, a secco, dovrà essere di 2:1. Non sarà tollerata la presenza di colofonia.

Caratteristiche formulative della 3° mano:

- tipo di legante                      alchidico-clorocaucciù
- % pigmenti sul totale polveri                       $\geq 55\%$
- tipi di pigmento                      biossido di titanio ( $\text{TiO}_2$ ), ftalocianina blu
- % di  $\text{TiO}_2$  sul totale pigmenti                       $\geq 30\%$
- legante secco (resina) %                       $\geq 40\%$
- % olio nella resina secca                       $\geq 60\%$
- spessore del film secco                      35 : 40 u
- metodo di applicazione                      pennello, rullo o airless

4° strato - Mano di finitura alchidica modificata con oli vegetali e clorocaucciù di composizione identica al 3° strato, di colore differente dalla precedente mano.

Caratteristiche formulative della 4° mano:

- tipo di legante                      alchidico-clorocaucciù
- % pigmenti sul totale polveri                       $\geq 55\%$



- |   |   |
|---|---|
| - tipi di pigmento                          | biossido di titanio (TiO <sub>2</sub> ), ftalocianina blu |
| - % di TiO <sub>2</sub> sul totale pigmenti | >= 30%  |
| - legante secco (resina) %                  | >= 40%  |
| - tipo di olio nel legante                  | olio vegetale   |
| - % olio nella resina secca                 | >= 60%  |
| - spessore del film secco                   | 35 : 40 u   |
| - metodo di applicazione                    | pennello, rullo o airless                                 |

Dato che nelle caratteristiche formulative dei singoli stadi relativi ai cicli A, B e C sono presenti sostanze tossiche e potenzialmente cancerogene, come specificato dal D.M. 25 luglio 1987 n. 555 (S.O. alla G.U. n. 15 del 20/01/1988), rettificato con avviso pubblicato sulla G.U. n 90 del 18/04/1988, si dovrà adottare una serie di misure procedurali ed organizzative, al fine di ottenere un controllo ambientale e sanitario, tenendo peraltro presente quanto disposto dal D.P.R. 20/02/1988 n. 141 (G.U. n. 05.05.1988).

## Preparazione del supporto

La preparazione del supporto metallico dovrà essere eseguita dall'Impresa mediante spazzolatura meccanica o sabbiatura, fino ad eliminazione di tutte le parti ossidate che presentino scarsa coesione e/o aderenza con il supporto. La pulizia dovrà essere tale da permettere n ottimo attacco della mano di fondo del ciclo di verniciatura e dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori.

Tale approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Impresa relativa al raggiungimento dei requisiti finali del ciclo di verniciature anticorrosive in opera.

Caratteristiche di resistenza (chimico-fisiche) del ciclo di verniciature anticorrosive.

- 13) Le caratteristiche di resistenza (chimico-fisiche) si intendono per cicli di verniciatura anticorrosiva applicata su supporti in acciaio tipo UNI 5961:1984, sottoposti ad invecchiamento artificiale.

Per l'invecchiamento artificiale è previsto un ciclo così composto:

Agente aggressivo	Durata (h)	Temperatura (°C)
Radiazione ultravioletta.....	6	60
Corrosione per immersione continua in soluzioni aerate (UNI 4261 66).....	12	35
Corrosione in nebbia salina (UNI 5687 73).....	12	35
Radiazione ultravioletta.....	6	60
Immersione in soluzione satura di CaCl <sub>2</sub> .....	12	35

Dopo questo ciclo di invecchiamento artificiale, verranno eseguiti i controlli riportati di seguito.

- 14) Ingiallimento, secondo norma DIN 53230. Il prodotto di finitura deve essere non ingiallente (prova su prodotto non pigmentato).

- 15) Ruggine e Blistering (ASTM D 714-56) (DIN 53210):

Ciclo "A"	Blistering:	1° strato = 9F 2° strato = 9M 3° strato = 9F
	Ruggine	RO (ruggine assente)
Ciclo "B"	Blistering:	1° strato = 9M 2° strato = 9M 3° strato = 9F
	Ruggine	RO (ruggine assente)
Ciclo "C"	Blistering:	1° strato = 9F 2° strato = 9F 3° strato = 9M 4° strato = 9F
	Ruggine	RO (ruggine assente)

- 16) Adesione (DIN 53151):

Ciclo "A"	Gt0-GtI	(stacco nullo al massimo del 5%)
Ciclo "B"	Gt0	(stacco nullo)





Ciclo “C”      Gt0-Gtl      (stacco nullo al massimo del 5%)

Spessore films secchi:

Ciclo “A”	1° strato = 90 u
	2° strato = 80 u
	3° strato = 40 u
Ciclo “B”	1° strato = 30 u
	2° strato = 90 u
	3° strato = 35 u
Ciclo “C”	1° strato = 35 u
	2° strato = 35 u
	3° strato = 35 u
	4° strato = 35 u

17) Resistenza all’abrasione: si determina solo su prodotto di finitura mediante Taber Abraser, con mola tipo CS 10, dopo 1000 giri con carico di 1 Kg. Il valore espresso come perdita in peso deve essere inferiore a 10 milligrammi.

18) Brillantezza: controllata mediante Glossmetro Gardner con angolo di 60°, deve avere un valore iniziale superiore al 90% e finale non inferiore all'80%.

19) Prova di piegatura a 180° (su lamierino d’acciaio UNI 5961) con mandrino diametro 4 mm.

Al termine non dovranno presentarsi screpolature o distacchi (Tabelle n.5, n.6, n.7 allegate).

#### Prove di accettazione dei prodotti

L’Impresa dovrà preventivamente inviare presso laboratorio ufficialmente riconosciuto quanto segue:

- campioni del prodotti componenti il ciclo con relativi diluenti in contenitori sigillati del peso di 0,500 Kg. e nel numero di tre per ogni prodotto (uno di questi campioni non deve essere pigmentato)
- schede tecniche del prodotti verniciati compilate in tutte le loro voci e:
  - foglio A per le caratteristiche di composizione;



- foglio B per le caratteristiche di applicazione.

Il colore di finitura sarà indicato dalla Direzione Lavori; i pigmenti necessari per il raggiungimento del tono di colore richiesto dovranno essere, nella scheda riportante le caratteristiche di composizione, sottratti alla quantità percentuale di solvente. Controllata la rispondenza del rivestimento con le caratteristiche di resistenza richieste, i prodotti componenti il ciclo saranno identificati mediante analisi spettrofotometrica all'infrarosso. La Direzione Lavori potrà fare accertare in ogni momento sui prodotti presenti in cantiere la corrispondenza delle caratteristiche di resistenza, di composizione e di applicazione accertate in fase di gara e/o riprodurre gli spettri IR su detti materiali. Tali spettri dovranno essere uguali a quelli ricavati dai campioni.

### **3.7.1.6 CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE**

#### Geometria delle pareti e particolarità costruttive.

La geometria è indicata negli elaborati grafici di progetto e va assolutamente rispettata. Salvo eventuali modifiche, da sottoporre all'approvazione, il bordo superiore della barriera si deve mantenere parallelo alla livelletta fino a che questa non superi la pendenza dell'1%.

Per pendenze superiori si ammetterà il montaggio scalettato con passo da stabilire di volta in volta. In questo caso la distanza da terra del bordo superiore dei pannelli deve essere ovunque non inferiore a quella ottimale prevista ai fini della fonoassorbenza.

Per quanto possibile ogni interruzione della barriera dovrà essere protetta da uno schermo opportunamente arretrato e di lunghezza pari almeno all'interruzione più due volte la distanza tra la barriera principale e barriera arretrata.

Sui viadotti, ponti o altri luoghi, o per revisione di progetto, o su richiesta, potrà essere previsto che una o più file inferiori di pannelli non siano fonoassorbenti per un'altezza di circa 1 m (1,45 m sui viadotti), conservando però le loro proprietà fonoisolanti. In particolare questi pannelli non devono presentare fori. Per il resto



(aspetto esterno, protezione anticorrosiva, ecc.) essi devono corrispondere il più possibile ai pannelli superiori. Tale fascia inferiore potrà essere costituita da muretti, parapetti o simili.

I collegamenti ai manufatti, alle porte di emergenza, i giunti di dilatazione, ecc. dovranno essere realizzati mediante dispositivi a tenuta acustica e a regola d'arte. Anche fra i montanti ed i pannelli devono essere previste guarnizioni acusticamente ermetiche.

Allo scopo di evitare la propagazione delle onde sonore dovute all'irregolarità delle superfici in calcestruzzo, tra i pannelli e le lastre prefabbricate (e rispettivamente tra i pannelli e le fondazioni in calcestruzzo) deve essere previsto un elemento sigillante.

Laddove sui ponti, viadotti, ecc., anche a causa della presenza delle piastre ai piedi dei montanti, si crei un interstizio tra pannelli e cordolo, il fornitore deve proporre un dispositivo acusticamente ermetico che non causi però il ristagno di acqua tra calcestruzzo e pannelli. Per ragioni di sicurezza, tutti i materiali utilizzati devono essere difficilmente infiammabili in modo da escludere ogni pericolo d'incendio.

Nei casi in cui le barriere acustiche siano ad una distanza inferiore a 10 m da edifici od oggetti dove esiste pericolo d'incendio, esse devono essere costituite da materiale non infiammabile (classe A, secondo DIN 2102). Per barriere acustiche costituite da elementi difficilmente infiammabili, ma tuttavia combustibili, sarà necessario impiegare montanti non combustibili in grado di agire da sbarramento antincendio tra i pannelli stessi; dopo un tratto di 30 m di pannelli non infiammabili per almeno 6 m di lunghezza. In caso di incendio i materiali non devono produrre gas tossici.

Tutti i materiali impiegati (in particolare modo il materiale fonoassorbente) devono essere protetti contro l'aggressione di animali (insetti, roditori, uccelli, ecc.).

Le barriere antirumore dovranno essere caratterizzate da limitata riflessione



luminosa, al fine di evitare abbagliamenti nelle ore notturne e/o diurne. Pertanto il fattore luminoso da riflessione deve essere trascurabile (inferiore al 10% con angolo di incidenza di 60 gradi).

Su richiesta, i pannelli dovranno essere verniciati con il colore standard RAL definito nel progetto.

La tonalità di colore dovrà variare il meno possibile, ma in nessun caso in modo vistosamente irregolare (non sono ammesse formazione di macchie).

Solo dietro consenso da parte della Direzione Lavori, saranno ammesse barriere con variazioni cromatiche rispetto a quelle sopra riportate.

Durante il periodo di garanzia sono accettabili variazioni di colore non superiori a due unità della scala dei grigi per pannelli adiacenti e variazioni di colore non superiori a 3 unità della scala dei grigi per la barriera nel suo insieme.

La costruzione delle barriere deve essere tale da evitare assolutamente che, anche dopo scadenza del periodo di garanzia, si producano punti non a tenuta dovuti all'azione di agenti atmosferici, ad alterazione di materiali, a deformazioni, ecc. Per garantire la durata dell'ermeticità tra pannello e pannello è prescritto un accoppiamento sigillante a tenuta acustica da descrivere negli elaborati di progetto.

Tutta la barriera deve essere costruita in modo da evitare in ogni punto il ristagno dell'acqua. In particolare, per i pannelli compositi l'acqua deve fuoriuscire facilmente dai singoli pannelli (fori sul fondo) e non ristagnare sia fra pannello e pannello, sia fra pannello inferiore della barriera e superficie di appoggio.

Tra pannello fonoassorbente e la faccia anteriore e posteriore del pannello deve essere previsto, mediante distanziatori, un idoneo interstizio. L'interstizio deve inoltre facilitare, al massimo, lo scolo delle acque, permettendone, per aerazione, il rapido asciugamento, in modo da non pregiudicare l'efficienza fonoassorbente del materiale stesso. Il materiale fonoassorbente deve essere opportunamente posizionato e sostenuto in modo tale da evitare spostamenti o piegature sia

durante il montaggio che durante l'esercizio.

Elementi provvisti di fori in sommità devono essere chiusi con profili di copertura; questi ultimi devono essere fissati sui montanti con possibilità di dilatarsi a causa delle variazioni di temperatura.

Dovranno essere previsti dispositivi atti ad impedire l'asportazione dei pannelli.

#### Fissaggio dei pannelli

Un progetto dettagliato sul metodo previsto per impedire l'asportazione dei pannelli deve essere preventivamente sottoposto all'approvazione.

#### Fissaggio dei montanti

Tutti i montanti dovranno essere fissati, tramite piastre di base a T, a staffe o a bulloni verticali ancorati nel calcestruzzo, oppure inseriti in apposite tasche precostituite sui muretti o sugli elementi di fondazione in calcestruzzo armato prefabbricato con opportune tasche di inserimento o gettato in opera, o comunque vincolati al terreno o ai manufatti in modo che possano resistere alle azioni del vento e/o ad altre eventuali azioni di progetto. Dovrà anche essere verificata la stabilità globale dei muri in rapporto al tipo di supporto (scarpate di sommità in trincee, ecc.).

I montanti devono essere allineati con precisione. Non sono ammesse distorsioni dei montanti, che rendono difficile l'inserimento dei pannelli.

I getti di bloccaggio saranno eseguiti con malte o con resine epossidiche.

#### Statistica dei montanti e dei pannelli

I montanti devono essere normalmente ad interasse di 3 m. In caso di necessità la distanza tra due montanti può essere superiore a quella standard ma non può mai superare la lunghezza di 6,5 m.

I pannelli devono essere autoportanti e devono poter resistere al peso dei pannelli sovrastanti. In particolare si prescrive per gli schermi fonoassorbenti un sovraccarico pari al 20% del peso a secco, per tener conto dell'aumento di peso



del materiale fonoassorbente dovuto all'assorbimento di acqua piovana o proiettata. Inoltre i pannelli devono resistere al carico orizzontale del vento secondo i "Criteri generali per la verifica della sicurezza delle costruzioni, dei carichi e sovraccarichi" alla pressione indotta dal passaggio di convogli considerata come spinta ortogonale alla parete ed uniformemente distribuita, all'accumulo di neve e all'eventuale proiezione di pietrisco. Il fornitore dovrà presentare i calcoli di tutti gli elementi costituenti la barriera comprese le relative fondazioni, che potranno in caso di necessità essere previste sui pali, nonché i calcoli di quelle opere preesistenti per le quali la posa in opera della barriera arrechi un considerevole stato di maggiore sollecitazione.

### **3.7.1.7 MONTAGGIO (DA VERIFICARE)**

Il montaggio in opera di tutte le strutture costituenti ciascun manufatto sarà effettuato in conformità a quanto, a tale riguardo, è previsto nella relazione di calcolo. Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito e il montaggio, si dovrà porre la massima cura per evitare che le strutture vengano deformate o sovrasollecitate.

Le parti a contatto con funi, catene od altri organi di sollevamento saranno opportunamente protette.

Il montaggio sarà eseguito in modo che la struttura raggiunga la configurazione geometrica di progetto.

In particolare, per quanto riguarda le strutture a travata, si dovrà controllare che la controfrecchia ed il posizionamento sugli apparecchi di appoggio siano conformi alle indicazioni di progetto, rispettando le tolleranze previste. La stabilità delle strutture dovrà essere assicurata durante tutte le fasi costruttive e la rimozione dei collegamenti provvisori e di altri dispositivi ausiliari dovrà essere fatta solo quando essi risulteranno staticamente superflui.

Nei collegamenti con bulloni si dovrà procedere alla alesatura di quei fori che non risultino centrali e nei quali i bulloni previsti in progetto non entrino liberamente.



Se il diametro del foro alesato risulta superiore al diametro nominale del bullone oltre la tolleranza prevista dal D.M. 17 Gennaio 2018, si dovrà procedere alla sostituzione del bullone con uno di diametro superiore. Nei collegamenti ad attrito con bulloni ad alta resistenza è prescritta l'esecuzione della sabbiatura a metallo bianco non più di due ore prima dell'unione.

È ammesso il serraggio dei bulloni con chiave pneumatica purché questo venga controllato con chiave dinamometrica, la cui taratura dovrà risultare da certificato rilasciato da Laboratorio ufficiale in data non anteriore ad un mese. Per ogni unione con bulloni, l'Impresa effettuerà, alla presenza della Direzione Lavori, un controllo di serraggio su un numero di bulloni pari al 10% del totale ed in ogni caso su non meno di quattro. Dopo il completamento della struttura e prima dell'esecuzione della prova di carico, l'Impresa dovrà effettuare la ripresa della coppia di serraggio di tutti i bulloni costituenti le unioni, dandone preventiva comunicazione alla Direzione del Lavori.

L'assemblaggio ed il montaggio in opera delle strutture dovrà essere effettuato senza che venga interrotto il traffico di cantiere sulla sede stradale, salvo brevi interruzioni durante le operazioni di sollevamento, da concordare con la Direzione Lavori.

Nella progettazione e nell'impiego delle attrezzature di montaggio, l'Impresa è tenuta a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata e in particolare:

- per l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua;
- per le sagome da lasciare libere nei sovrappassi o sottopassi di strade, autostrade, ferrovie, tramvie, ecc.;
- per le interferenze con servizi di soprasuolo e di sottosuolo.



### **3.8 SEGNALETICA**

#### **3.8.1 Normativa di riferimento**

La segnaletica verticale ed orizzontale dovrà possedere le caratteristiche prestazionali di cui alle seguenti normative:

- ✓ D.M. 23.06.1990
- ✓ D.Lgs. 30.04.1992 n. 285 (Nuovo Codice della Strada)
- ✓ D.P.R. 16.12.1992 n. 495
- ✓ D.M. 31.03.1995
- ✓ D.P.R. 16.09.1996 n. 610
- ✓ UNI 8360
- ✓ UNI 8361
- ✓ UNI 8362
- ✓ UNI 9394 UNI EN 1423
- ✓ UNI 9397
- ✓ UNI 9597
- ✓ UNI 10828
- ✓ UNI EN 1423
- ✓ UNI EN 1424
- ✓ UNI EN 1436
- ✓ UNI EN 1436-1
- ✓ UNI EN 1790
- ✓ UNI EN 1824





- ✓ UNI ENV 13459-2 UNI ENV 13459
- ✓ UNI ENV 13459-3

### **3.8.2 Segnaletica orizzontale**

La segnaletica orizzontale realizzata dovrà attenersi alla normativa di cui all'art.40 del D.Lgs n. 285/1992 e al regolamento di esecuzione ed attuazione approvato con D.P.R. n. 495/1992, dall'art. 137 all'art. 155 così come modificati dal D.P.R. n.610 del 16-9-1996. In particolare, le dimensioni delle strisce longitudinali e di margine dovranno rispettare le prescrizioni degli artt. 138 e 141 del Regolamento di Esecuzione e di Attuazione del Nuovo Codice della Strada.

La visibilità notturna e diurna, il colore e la resistenza all'abrasione dovranno essere conformi a quanto previsto dalla UNI EN 1436.

Per poter essere autorizzata ad impiegare i vari tipi di materiali prescritti dal presente Capitolato per l'esecuzione della segnaletica orizzontale, l'Impresa dovrà esibire, prima dell'impiego, al Direttore dei Lavori per ogni categoria di lavoro, quei certificati rilasciati da un Laboratorio Ufficiale riportanti le prestazioni stabilite dalla norma UNI EN 1436. Detti certificati dovranno contenere i dati relativi alla provenienza ed alla individuazione dei singoli materiali nonché i dati risultanti dalle prove di laboratorio atte ad accertare i valori caratteristici richiesti per le varie categorie, fermo restando il controllo che dovrà essere effettuato sul campo a lavoro ultimato o in corso d'opera per la effettiva valutazione dei risultati prestazionali. L'Impresa è obbligata a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegare, sottostando a tutte le spese di prelevamento ed invio dei campioni ai Laboratori Ufficiali o delle prove su strada indicati dalla Stazione Appaltante.

I materiali da utilizzare per la segnaletica orizzontale sono classificati nel seguente modo:

a) Pitture:

- 1 idropitture con microsfere di vetro post-spruzzate; la pittura deve essere

costituita da una miscela di resina e plastificanti, pigmenti e materiali riempitivi, il tutto contenuto in una sospensione a base d'acqua. Il residuo volatile è considerato pari al 25%.

- 2 pitture a freddo con microsfere di vetro premiscelate e post-spruzzate; la pittura deve essere costituita da una miscela di resine e plastificanti, da pigmenti e materiali riempitivi, da microsfere di vetro; il tutto disperso in diluenti e solventi idonei. Il residuo volatile è considerato pari al 25%.

b) Termoplastico:

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

c) Laminati elastoplastici:

i laminati autoadesivi prefabbricati, retroriflettenti con preinserimento di materiali ad alto indice di rifrazione possono essere di tre tipi:

- 1- per applicazioni provvisorie;
- 2- per applicazioni poco sollecitate;
- 3- per applicazioni altamente sollecitate.

### **3.8.2.1 SEGNALETICA ORIZZONTALE MEDIANTE L'IMPIEGO DI VERNICI**

#### **Generalità**

La segnaletica orizzontale in vernice sarà eseguita con apposita attrezzatura traccialinee a spruzzo semovente. I bordi delle strisce, linee arresto, zebraure scritte, ecc., dovranno risultare nitidi e la superficie verniciata uniformemente coperta. Le strisce orizzontali dovranno risultare perfettamente allineate con l'asse della strada.



La pittura dovrà essere applicata sulla superficie stradale asciutta e in condizioni ambientali ottimali; in particolare si avrà la precauzione di non operare in presenza di vento per evitare dispersioni di prodotto e di perline ai lati delle zone da coprire con la pittura. Inoltre, in fase di stesura, particolare cura dovrà essere posta nella realizzazione delle strisce longitudinali che interessano tratti stradali curvilinei, nelle aree di intersezione ed in prossimità di ostacoli posti sulla piattaforma stradale.

### **Prove ed accertamenti**

Le vernici che saranno adoperate per l'esecuzione della segnaletica orizzontale dovranno essere accompagnate da una dichiarazione delle caratteristiche generali e specifiche relative al prodotto verniciante bagnato, alla pellicola risultante dopo l'essiccazione e alle sfere di vetro premiscelate nel prodotto.

In particolare la dichiarazione dovrà fornire i seguenti dati:

- resa (potere coprente) del prodotto in m<sup>2</sup>/kg;
- stabilità in barattolo o nella confezione;
- consistenza in unità krebs;
- massa volumica in kg/l a 25°C;
- residuo non volatile;
- tempo di essiccamento;
- contenuto e tipo di legante;
- contenuto e tipo di pigmenti e riempitivi (cariche);
- contenuto di biossido di titanio;
- contenuto di cromato di piombo;
- contenuto e tipo di additivi (plastificanti, essiccativi, ecc);
- contenuto e tipo di solventi;



- percentuale di diluizione e tipo di diluente raccomandato dal produttore;
- fattore di luminanza della pittura;
- coordinate cromatiche;
- spessore della pellicola essiccata;
- resistenza all'abrasione della pellicola;
- resistenza agli agenti chimici della pellicola;
- contenuto di perline perfettamente sferiche ed esenti da difetti;
- indice di rifrazione delle perline;
- contenuto di perline nella pittura;
- granulometria delle perline;
- resistenza agli acidi delle perline.

Per le varie caratteristiche sono ammesse le seguenti tolleranze massime, superate le quali verrà rifiutata la vernice:

- viscosità: un intervallo di 5 unità Krebs rispetto al valore dichiarato dal venditore nella dichiarazione delle caratteristiche.
- peso per litro: 0,03 kg in più o in meno.

Nessuna tolleranza è invece ammessa per il tempo di essiccazione, la percentuale di sfere di vetro, il residuo volatile ed il contenuto di pigmento.

I contenitori prescelti per la prova dovranno risultare ermeticamente chiusi e dovranno essere etichettati con i dati necessari a identificare univocamente il campione. Sull'etichetta si dovranno annotare i seguenti dati.

- descrizione;
- ditta produttrice;
- data di fabbricazione;

- numerosità e caratteristiche della partita;
- contrassegno;
- luogo del prelievo;
- data del prelievo;
- firme degli incaricati.

### **Caratteristiche delle vernici**

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

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

Il residuo non volatile sarà compreso tra il 65% ed il 75% in peso sia per la vernice bianca che per quella gialla.

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

#### **a) Condizioni di stabilità**

Per la vernice bianca il pigmento colorato sarà costituito da biossido di titanio con o senza aggiunta di ossido di zinco, per quella gialla da cromato di piombo. Il



liquido pertanto deve essere del tipo oleo-resinoso con parte resinosa sintetica; il fornitore dovrà indicare i solventi e gli essiccanti contenuti nella vernice.

La vernice dovrà essere omogenea, ben macinata e di consistenza liscia ed uniforme, non dovrà fare crosta né diventare gelatinosa o ispessirsi. La vernice dovrà consentire la miscelazione nel recipiente contenitore, senza difficoltà, mediante l'uso di una spatola, e dimostrare le caratteristiche desiderate in ogni momento, entro sei mesi dalla data di consegna. La vernice non dovrà assorbire grassi, olii ed altre sostanze tali da causare la formazione di macchie di nessun tipo e la sua composizione chimica dovrà essere tale che, applicata su pavimentazione bituminosa, anche durante i mesi estivi, non presenti traccia di inquinamento da sostanze bituminose e dovrà essere comunque idonea a resistere all'affioramento del legante bituminoso.

Il potere coprente della vernice deve essere compreso tra 1,2 e 1,5 m<sup>2</sup>/kg. (ASTM D 1738); ed il peso suo specifico non dovrà essere inferiore a 1,50 kg per litro a 25°C (ASTM D 1473).

#### b) Caratteristiche delle sfere di vetro

Le sfere di vetro dovranno essere trasparenti, prive di lattiginosità e di bolle d'aria e, almeno per il 90% 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 ad 1,50, determinato secondo il metodo indicato nella norma ~~UNI 9394-89~~ UNI 1423. Le sfere non dovranno subire alcuna alterazione all'azione di soluzioni acide saponate a pH 5 – 5.3, di soluzione normale di cloruro di calcio e di sodio.

La percentuale in peso delle sfere contenute in ogni chilogrammo di vernice prescelta dovrà essere compresa tra il 30 ed il 40%.

Le sfere di vetro (premiscelato) dovranno soddisfare complessivamente alle seguenti caratteristiche granulometriche:



SETACCIO ASTM N°.	LUCE NETTA IN mm.	% PASSANTE IN PESO
70	0.210	100
140	0.105	15 – 55
230	0.063	0 - 10

c) 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 4% in peso.

d) Quantità di vernice da impiegare e tempo di essiccamento

La quantità di vernice, applicata a mezzo delle normali macchine spruzzatrici sulla superficie di una pavimentazione bituminosa, in condizioni normali, dovrà essere non inferiore a 0.100 kg/ml di striscia larga 12 cm e di 1,00 kg per superfici variabili di 1,3 m<sup>2</sup> e 1,4 m<sup>2</sup>.

In relazione alla diversa regolarità della pavimentazione ed alla temperatura dell'aria tra i 15°C e 40°C e umidità relativa non superiore al 70%, la vernice applicata dovrà asciugarsi sufficientemente entro 30-40 minuti dell'applicazione; trascorso tale periodo di tempo le vernici non dovranno staccarsi, deformarsi o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito. Il tempo di essiccamento potrà anche essere controllato in laboratorio secondo il metodo A.S.T.M. D/711.

e) Viscosità

La vernice, nello stato in cui viene applicata, dovrà avere una consistenza tale da poter essere agevolmente spruzzata con la macchina traccialinee; tale consistenza, misurata a 25°C ed espressa in umidità Krebs, sarà compresa tra 70 e 90 (A.S.T.M. D/562).

f) Colore

La vernice dovrà essere conforme al bianco o al giallo richiesto. La

determinazione del colore sarà fatta in laboratorio dopo l'essiccamento della stessa per 24 ore. La vernice non dovrà contenere alcun elemento colorante organico e non dovrà scolorire al sole. Quella bianca dovrà possedere un fattore di riflessione pari almeno al 75% relativo all'ossido di magnesio, accertata mediante opportuna attrezzatura.

g) Contenuto di pigmenti

La pittura dovrà contenere pigmenti inorganici che abbiano una ottima stabilità all'azione dei raggi UV, una elevata resistenza agli agenti atmosferici e una limitata propensione all'assorbimento e alla ritenzione dello sporco. I pigmenti contenuti nella pittura dovranno essere compresi tra il 35 ed il 45% in peso (FTMS 141° - 4021.1).

Per quanto concerne i pigmenti nobili, il contenuto di biossido di titanio (pittura bianca) non dovrà essere inferiore al 14% in peso e quello di cromato di piombo (vernice gialla) non inferiore al 12% in peso.

h) Resistenza ai lubrificanti e carburanti

La pittura dovrà resistere all'azione lubrificante e carburante di ogni tipo e risultare insolubile ed inattaccabile alla loro azione.

i) Prova di rugosità su strada

Le prove di rugosità potranno essere eseguite su strade nuove in un periodo tra il 10° ed il 30° giorno dalla apertura del traffico stradale. Le misure saranno effettuate con l'apparecchio portatile e pendolo (british portable skid resistance tester). I valori misurati verranno espressi in unità "BPN" (British Portable tester Number) e non dovranno abbassarsi al di sotto del 75% di quello che presenta la pavimentazione non verniciata nelle immediate vicinanze della zona ricoperta con pitture; qualora la D.L. lo reputi necessario potrà prescrivere che, in zone caratterizzate da condizioni climatiche particolarmente avverse e in prossimità delle intersezioni stradali, il valore BPN del segnale non dovrà essere inferiore al valore rilevato sulla pavimentazione. In ogni caso il valore assoluto non dovrà



essere minore di 45. Il metodo di prova per determinare la resistenza all'attrito radente é quello descritto dal C.N.R.105/85.

### **3.8.2.2      *SEGNALETICA ORIZZONTALE IN TERMOSPRUZZATO PLASTICO (SPRAY PLASTIC)***

#### **Generalità**

Per il tipo di segnaletica orizzontale in oggetto, l'impresa deve fornire un certificato, emesso dal produttore, con il nome ed il tipo del materiale da adoperare, la composizione chimica ed altri elementi che possono essere richiesti dalla direzione dei lavori.

La direzione dei lavori deve prelevare campioni di spruzzato termoplastico, prima e dopo la stesura, per farli sottoporre alle prove che riterrà opportune, presso laboratori ufficiali, onde controllare le caratteristiche in precedenza indicate e richieste; le spese relative saranno a carico dell'impresa realizzatrice.

#### **Composizione del materiale**

Lo spruzzato termoplastico è costituito da una miscela di aggregati di colore chiaro, microsfere di vetro, pigmenti coloranti e sostanze inerti, legate insieme con resine sintetiche termoplastiche, plastificate con olio minerale.

La composizione del materiale, incluse le microsfere sovraspruzzate, è - in peso - all'incirca la seguente:

- aggregati: 40%
- microsfere di vetro: 20%
- pigmenti e sostanze inerti: 20%
- legante (resine e olio): 20%

La proporzione dei vari ingredienti è tale che il prodotto finale, quando viene liquefatto, può essere spruzzato facilmente sulla superficie stradale realizzando una striscia uniforme di buona nitidezza.

Gli aggregati sono costituiti da sabbia bianca silicea, calcite frantumata, silice

calcinata, quarzo ed altri aggregati chiari ritenuti idonei.

Le microsfele di vetro devono avere buona trasparenza - per almeno l'80% - ed essere regolari e prive di incrinature; il loro diametro deve essere compreso tra 0,2 mm e 0,8 mm (non più del 10% deve superare il setaccio di 420 micron).

Il pigmento colorante è costituito da biossido di titanio (color bianco) oppure da cromato di piombo (color giallo); il primo deve essere in percentuale non inferiore al 10% in peso rispetto al totale della miscela, mentre il secondo deve essere in percentuale non inferiore al 5% e deve possedere una sufficiente stabilità di colore quando viene riscaldato a 200°C. La sostanza inerte è costituita da carbonato di calcio ricavato dal gesso naturale. Il contenuto totale dei pigmenti e della sostanza inerte deve essere compreso tra il 18% ed il 22% in peso rispetto al totale della miscela.

Il legante, costituito da resine sintetiche da idrocarburi, plastificate con olio minerale, non deve contenere più' del 5% di sostanze acide. Le resine impiegate dovranno essere di colore chiaro e non devono scurirsi eccessivamente se riscaldate per 16 ore alla temperatura di 150°C. L'olio minerale usato come plastificante deve essere chiaro e con una viscosità di 0,5 + 35 poise a 25°C e non deve scurirsi eccessivamente se riscaldato per 16 ore alla temperatura di 150°C. Il contenuto totale del legante deve essere compreso tra il 18% ed il 22% in peso rispetto al totale della miscela.

L'insieme degli aggregati, dei pigmenti e delle sostanze inerti, deve avere il seguente fuso granulometrico (analisi al setaccio):

	min	max
setaccio 3.200 micron	100	-
setaccio 1.200 micron	85	95
setaccio 300 micron	40	65
setaccio 75 micron	25	35

**Percentuale del passante e quantità del prodotto impiegato**

Il peso specifico dello spruzzato termoplastico a 20°C deve essere circa 2,0 g/cm<sup>3</sup>. Lo spessore della pellicola di spruzzato termoplastico deve essere di norma di 1,5 mm, con il corrispondente impiego di circa 3.500 g/m<sup>2</sup> di prodotto. La

percentuale in peso delle microsfere di vetro rispetto allo spruzzato termoplastico non deve essere inferiore al 12%, cioè a circa 400 g/m<sup>2</sup>. In aggiunta a quanto sopra, in fase di stesura dello spruzzato termoplastico, sarà effettuata un'operazione supplementare di perlinatura a spruzzo sulla superficie della striscia ancora calda, in ragione di circa g/mq 300 di microsfere di vetro. Il risultato del suddetto impiego di microsfere di vetro dovrà essere tale da garantire che il coefficiente di luminosità abbia un valore non inferiore a 75.

**Caratteristiche chimico-fisiche dello spruzzato:**

- punto di infiammabilità: superiore a 230°C;
- punto di rammollimento o di rinvenimento: superiore a 80°C;
- Peso specifico: a 20°C circa 2,0 g/cm<sup>3</sup>;
- antisdrucchiolevolezza: (secondo le prove di aderenza con apparecchio SRT dell'ente federale della circolazione stradale tedesca) valore minimo 50 unità SRT;
- resistenza alle escursioni termiche: da sotto 0° a + 80°C;
- resistenza della adesività: con qualsiasi condizione meteorologica (temperatura – 25° C + 70°C), sotto l'influenza dei gas di scarico ed alla combinazione dei sali con acqua - concentrazione fino al 5% - sotto l'azione di carichi su ruota fino ad otto tonnellate;
- tempo di essiccazione: (secondo le norme americane ASTM D711-55 punto 2.4) valore massimo 10";
- resistenza alla corrosione: il materiale deve rimanere inalterato se viene immerso in una soluzione di cloruro di calcio, a forte concentrazione, per un periodo di 4 settimane;
- visibilità notturna: (secondo il metodo di prova delle norme inglesi "Road Markings, Traffic Signs and Signals - Art. 16.01 - Traffic Paint and Road Markings" - punto 1 e 11/d) il valore minimo del coefficiente deve essere

75; il coefficiente è uguale a 100 per il carbonato di magnesio in blocco;

- resistenza all'usura: (secondo il metodo di prova delle norme inglesi suddette - punto 11/a) la perdita di peso del campione dopo 200 giri delle ruote non deve eccedere 0,5 g;
- resistenza alla pressione ad alta temperatura: (secondo il metodo di prova delle norme inglesi suddette – punto 11/b) dopo un'ora il peso di 100 g, dal diametro di 24 mm, non deve essere penetrato nel campione, ma aver lasciato soltanto una leggera impronta;
- resistenza all'urto a bassa temperatura: (secondo il metodo di prova delle Norme inglesi suddette – punto 11/c) dopo la prova d'urto il campione non deve rompersi, né incrinarsi, se portato alla temperatura di  $-1^{\circ}\text{C}$ .

### **Modalità esecutive**

L'attrezzatura richiesta per effettuare la segnaletica orizzontale con spruzzato termoplastico è costituita da due autocarri, su uno dei quali viene effettuata la pre-fusione del materiale e sull'altro viene trasportata la macchina spruzzatrice, equipaggiata con un compressore capace di produrre un minimo di 2,00 m<sup>3</sup> di aria al minuto alla pressione di 7 kg/cm<sup>2</sup>.

Un minimo di due pistole spruzzatrici per il termoplastico e due per le microsfere da sovraspruzzare devono essere disponibili ai bordi della macchina, in modo che strisce di larghezza compresa tra 10 cm e 30 cm possano essere ottenute con una passata unica e che due strisce continue parallele, oppure una continua ed una tratteggiata possano essere realizzate contemporaneamente. Le due pistole per spruzzare il termoplastico devono essere scaldate in modo che la fuoruscita del materiale avvenga alla giusta temperatura, onde ottenere una striscia netta, diritta senza incrostazioni o macchie. Le due pistole per le microsfere dovranno essere sincronizzate in modo tale da poter spruzzare immediatamente, sopra la striscia di termoplastico ancora calda, la quantità di microsfere di vetro indicata nel presente articolo.

La macchina spruzzatrice deve essere fornita di un selezionatore automatico che consenta la realizzazione delle strisce tratteggiate senza premarcatura ed alla normale velocità di applicazione dello spruzzato termoplastico.

Lo spruzzato termoplastico sarà applicato alla temperatura di 200°C circa sul manto stradale asciutto ed accuratamente pulito anche da vecchia segnaletica orizzontale.

Lo spessore delle strisce e delle zebraure deve essere di norma di 1,5 mm, mentre lo spessore delle frecce e delle scritte deve essere di norma di 2,5 mm. La direzione dei lavori potrà diminuire gli spessori indicati fino ai limiti qui appresso indicati:

- per le strisce, preferibilmente per la striscia gialla di margine, fino ad un minimo di 1,2 mm;
- per le zebraure fino ad un minimo di 1,2 mm;
- per le frecce e le scritte fino ad un minimo di 2,0 mm.

### **3.8.2.3     *SEGNALETICA ORIZZONTALE IN MATERIALI PREFORMATI RETTORIFRANGENTI***

Il materiale in oggetto dovrà essere costituito da un laminato elastoplastico autoadesivo con polimeri di alta qualità, contenente una dispersione di microgranuli ad alto potere antisdrucchiolo e di microsfele in vetro “TIPO A” o in ceramica “TIPO B e C” (o equivalente) con caratteristiche in rifrazione tali da conferire al laminato stesso un alto e continuato potere retroriflettente.

Per garantire una buona stabilità del colore ed un ancoraggio ottimale delle microsfele, il prodotto dovrà essere trattato in superficie con una speciale resina.

Il laminato elastoplastico autodesivo potrà essere posto in opera ad incasso su pavimentazioni nuove, nel corso della stesura del manto bituminoso, o su pavimentazioni già esistenti mediante uno speciale "Primer", da applicare solamente sul manto d'asfalto.

Il laminato dovrà inoltre essere in grado di conformarsi perfettamente alla

pavimentazione stradale attraverso l'azione del traffico, ed essere, dopo l'applicazione, immediatamente transitabile.

Il laminato potrà essere utilizzato per la realizzazione di segnalamenti orizzontali longitudinali, simboli e iscrizioni di ogni tipologia.

Il materiale dovrà rispondere inoltre ai seguenti requisiti:

**TIPO A** (fasce di arresto, zebrature, scritte)

- Antisdrucchiolo: il valore iniziale, con materiale bagnato, è di almeno 45 SRT (British Portable Skid Resistance Tester).
- Rifrangenza: i laminati per segnaletica orizzontale dovranno avere i seguenti valori minimi iniziali:

- angolo di osservazione di 4,5°;
- angolo di illuminazione di 3,5°;
- luminanza specifica minima iniziale (valore medio) di 300 mcd/ m<sup>2</sup> · lx.

I valori indicati sono del tipo Ecolux ma si potranno adottare anche i requisiti CEN derivanti dalla norma UNI EN 1436, la quale prescrive per:

- angolo di osservazione: 2,29°;
- angolo di illuminazione: 1,24°.

**TIPO B** (strisce longitudinali)

- Antisdrucchiolo: il valore iniziale, con materiale bagnato, è di almeno 50 SRT (British Portable Skid Resistance Tester).
- Rifrangenza: i laminati per segnaletica orizzontale dovranno avere i seguenti valori minimi iniziali:

- angolo di osservazione di 4,5°;
- angolo di illuminazione di 3,5°;
- luminanza specifica minima iniziale (valore medio) di 500 mcd/ m<sup>2</sup> · lx.



I valori indicati sono del tipo Ecolux ma si potranno adottare anche i requisiti CEN derivanti dalla norma UNI EN 1436, la quale prescrive per:

- angolo di osservazione: 2,29°;
- angolo di illuminazione: 1,24°.

Inoltre, in aggiunta alle prescrizioni relative al TIPO A, le microsfere dovranno essere del tipo resistente alle sollecitazioni di corrosione, graffiatura e frantumazione (tipo ceramica), e dovranno avere un indice di rifrazione superiore a 1,7.

#### **TIPO C** (strisce longitudinali, scritte e frecce autostradali)

Il prodotto dovrà presentare un'architettura con elementi in rilievo, in cui le microsfere tipo ceramica o equivalente e le particelle antiscivolo risultino immerse in una resina poliuretanica di altissima resistenza all'usura ed ad alto grado di bianco. Il presente laminato deve essere utilizzato per la realizzazione di segnalamenti orizzontali longitudinali, simboli e iscrizioni di ogni tipologia.

Il materiale dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- Antisdrucciolo: il valore iniziale, con materiale bagnato, è di almeno 55 SRT (British Portable Skid Resistance Tester).
- Rifrangenza: i laminati per segnaletica orizzontale dovranno avere i seguenti valori minimi iniziali:
  - angolo di osservazione di 4,5°;
  - angolo di illuminazione di 3,5°;
  - luminanza specifica minima iniziale (valore medio) di  $700 \text{ mcd/ m}^2 \cdot \text{lx}$ .

I valori indicati sono del tipo Ecolux ma si potranno adottare anche i requisiti CEN derivanti dalla norma UNI EN 1436, la quale prescrive per:

- angolo di osservazione di 2,29°;
- angolo di illuminazione di 1,24°.



La particolare configurazione del laminato e lo specifico posizionamento delle microsfere in ceramica o equivalente ad alto indice di rifrazione devono consentire al prodotto stesso un'ottima visibilità notturna anche in condizione di pioggia. Le microsfere tipo ceramica dovranno essere ancorate alla resina poliuretanica ed avere un indice di rifrazione superiore ad 1,7.

### **Garanzie sui preformati retrorifrangenti**

Ai sensi dell'art. 14 lettera E del D.Lgs n°358/1992 così come espresso dal D.P.R. n°573/1994 e della circolare Ministero LL.PP. 16 maggio 1997 n°2353, per garantire le caratteristiche richieste dal presente capitolato dovranno essere presentati:

- certificato attestante che il preformato retrorifrangente “TIPO A, B e C” è prodotto da azienda in possesso del sistema di qualità secondo le norme UNI EN;
- certificato comprovante la presenza di microsfere tipo ceramica “TIPO B e C” (o equivalente);
- certificato comprovante il valore di rifrangenza “TIPO A, B e C”;
- certificato comprovante il valore di antiscivolosità “TIPO A, B e C”.

### **Materiali preformati retrorifrangenti per segnaletica provvisoria**

Il materiale in oggetto sarà costituito da un laminato elastoplastico autoadesivo, rimovibile per utilizzo temporaneo con polimeri di alta qualità, contenente una dispersione di microgranuli di speciale materiale ad elevato potere antisdrucchiolo e di microsfere ad alto indice di rifrazione tale da conferire al laminato stesso ottime proprietà retroriflettenti. La resina poliuretanica, presente nella parte superiore del prodotto, dovrà assicurare un perfetto e durevole ancoraggio delle microsfere e delle particelle antiscivolo. Il laminato dovrà contenere al suo interno uno speciale tessuto reticolare in poliestere che assicuri un'elevata resistenza alla spinta torsionale esercitata dai veicoli e, soprattutto, una facile e perfetta rimovibilità del laminato dalla pavimentazione.

Il colore giallo sarà ottenuto utilizzando esclusivamente pigmenti organici.





Detto laminato dovrà risultare quindi sia riciclabile che distruttibile come rifiuto atossico; conforme alle normative europee sull'ambiente, considerato "prodotto non inquinante".

L'adesivo posto sul retro del preformato, dovrà permettere una facile e rapida applicazione del prodotto pur garantendone la non alterazione anche sotto elevati volumi di traffico. Appena applicato, il laminato è immediatamente transitabile.

Il laminato oggetto della presente specifica dovrà avere i seguenti valori minimi iniziali:

- retroriflettenza  $600 \text{ mcd/ m}^2 \cdot \text{lx}$  (geometria Ecolux)
- antiscivolosità 55 SRT
- spessore 1,5 mm

I valori indicati sono del tipo Ecolux ma si potranno adottare anche i requisiti CEN derivanti dalla norma UNI EN 1436.

Per il suddetto materiale dovranno essere presentati certificati di antiscivolosità, rifrangenza di cui al presente capitolato attestanti che il prodotto elastoplastico è prodotto da azienda in possesso del sistema di qualità secondo le norme UNI EN.

#### **3.8.2.4      *SEGNALETICA ORIZZONTALE CON IMPIEGO DI COLATO PLASTICO A FREDDO BICOMPONENTE***

##### **Generalità**

La segnaletica orizzontale con colati plastici a freddo viene eseguita per ottenere dei segnali orizzontali di lunga durata e una visibilità notturna molto elevata anche con tempo piovoso.

Il prodotto è costituito da due componenti:

- il primo ha al suo interno una miscela di cariche (calcari, dolomite e quarzite) che forniscono resistenza al materiale, un legante (costituito da resine acriliche), dei pigmenti (con la funzione di donare colore al prodotto), e delle

microsfere di vetro che, immerse al 60% nel materiale, generano la retroriflettenza.

- il secondo è un attivatore costituito da perossidi organici: ha lo scopo di solidificare il materiale

Si tratta quindi di un prodotto al cui interno sono presenti resine liquide che si catalizzano al momento dell'utilizzo. Quando è catalizzato diventa un rifiuto non nocivo.

Le modalità di applicazione, per ottenere elevate prestazioni, devono essere fatte con macchine speciali, con lo scopo di ottenere linee di margine o di mezzzeria a “Profilo Variabile” ad effetto marcatamente sonoro e visibile anche in condizioni di strada bagnata o con pioggia, o strutturato a “Goccia” visibile con strada bagnata o con pioggia. Entrambi i sistemi assicurano una Luminanza Retroriflessa molto elevata con strada asciutta e con buona visibilità notturna con strada bagnata. Viene utilizzato, preferibilmente su fondi bitumati normali, il sistema a “Profilo Variabile”, e su fondi bitumati drenanti il sistema a “Goccia”. Le scritte, le linee di arresto, i simboli riprodotti ed ogni altro segnale diverso da linee di mezzzeria e marginali saranno eseguite con il sistema manuale.

Le misurazione verranno effettuate con le seguenti apparecchiature:

- Fattore di Luminanza B: apparecchio con geometria 45°/0°
- Coefficiente di Luminanza in condizioni di luce diffusa QD: apparecchio QD 30 Reflectometer
- Coefficiente di Luminanza retroriflessa Rl: apparecchio LTL 2000 Retrometer
- Coefficiente di resistenza al derapaggio SRT: Skid Resistance Tester

### **Caratteristiche prestazionali**

Esecuzione di linee di mezzzeria o marginali applicate con apposita macchina operatrice con il sistema a “Profilo Variabile” con risalti ripetuti a distanza di cm 30 l'uno dall'altro o altri multipli di cm 10, spessore della linea base di mm 1 circa, spessore del rilievo mm 2 circa, compresa la post-spruzzatura di sfere di



vetro preventivamente trattate per aumentare l'adesione sul colato plastico:

- Residuo secco del prodotto indurito rispetto al prodotto liquido comprovante una perdita massima di sostanze volatili del 2%.
- Colore: Bianco RAL 9016
- Coefficiente di luminanza retroriflessa RI:  $150 \text{ mcd/ m}^2 \cdot \text{lx}$
- Coefficiente di luminanza in luce diffusa QD:  $140 \text{ mcd/ m}^2 \cdot \text{lx}$
- Coefficiente di resistenza al derapaggio SRT: 45 (il coefficiente SRT non dovrà essere al di sotto del 60% di quello che presenta la pavimentazione non trattata nelle parti limitrofe del segnale).

Esecuzione di linee di mezzzeria o marginali applicate con apposita macchina operatrice con il sistema a “Goccia” con spessori massimi di circa di mm 2,5 , compresa la postspruzzatura di sfere di vetro trattate preventivamente per aumentare l' adesione sul colato plastico:

- Residuo secco del prodotto indurito rispetto al prodotto liquido comprovante una perdita massima di sostanze volatili del 2%.
- Colore: Bianco RAL 9016
- Coefficiente di luminanza retroriflessa RI:  $150 \text{ mcd/ m}^2 \cdot \text{lx}$
- Coefficiente di resistenza al derapaggio SRT: 45 (il coefficiente SRT non dovrà essere al di sotto del 60% di quello che presenta la pavimentazione non trattata nelle parti limitrofe del segnale).

Esecuzione di scritte, linee di arresto, passaggi pedonali ecc. con applicazione manuale di colato plastico a freddo nello spessore di mm 1,5 circa:

- Residuo secco del prodotto indurito rispetto al prodotto liquido comprovante una perdita massima di sostanze volatili del 2%.
- Colore: Bianco RAL 9016
- Coefficiente di luminanza retroriflessa RI:  $100 \text{ mcd/ m}^2 \cdot \text{lx}$
- Coefficiente di luminanza in luce diffusa QD:  $140 \text{ mcd/ m}^2 \cdot \text{lx}$
- Coefficiente di luminanza B: 40



- Coefficiente di resistenza al derapaggio SRT: 45 (il coefficiente non dovrà essere al di sotto del 60% di quello che presenta la pavimentazione non trattata nelle parti limitrofe del segnale).

### **3.8.3 Segnaletica verticale**

#### **3.8.3.1 CARATTERISTICHE DELLA FORNITURA**

Tutta la segnaletica verticale dovrà essere fornita con le caratteristiche rigorosamente conformi ai tipi, dimensioni, misure prescritti dall'art. 45, comma 1 e 8 del Dlgs. 30 Aprile 1992, n. 285 e s.m.i, dal regolamento di esecuzione del Codice della Strada, D.P.R. n. 495 del 16.12.1992 e s.m.i. e dal D.M. 23.06.1990 Ministero LL.PP. "Disciplinare tecnico sulle modalità di determinazione dei livelli di qualità delle pellicole retroriflettenti".

I segnali e le pellicole devono, altresì, rispondere ai requisiti prescritti dal D.M. 31.03.1995 Ministero LL.PP- Pr EN 12899-1, pubblicato sulla G.U. n. 106 del 09.05.1995 e s.m.i: le pellicole, altresì, dovranno risultare essere prodotte da ditte in possesso del sistema di qualità in base alle norme europee della serie UNI/EN ISO 9001/2.

Inoltre, in ottemperanza a quanto previsto dall'art. 45 comma 8 del nuovo Codice della Strada e dagli artt. 192, 193, 194, 195 del Regolamento di esecuzione e dalla Circolare n. 2584 del 9 giugno 1995 Ministero LL.PP., tutti i segnali forniti dovranno essere prodotti da costruttori regolarmente autorizzati.

Le forniture dovranno inoltre rispettare le specifiche indicazioni risultanti dagli elaborati di progetto ed in particolare dalle voci relative ricomprese nell'elenco descrittivo delle forniture e lavorazioni allegato.

#### **3.8.3.2 QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI**

I materiali che saranno forniti dall'Impresa dovranno essere riconosciuti dalla Direzione dei Lavori come materiali di ottima qualità e rispondenti ai requisiti appresso indicati.



Quando la Direzione dei Lavori avrà rifiutato qualche provvista perché ritenuta a suo giudizio insindacabile non idonea ai lavori, l'Impresa dovrà sostituirla con altra che risponda ai requisiti voluti; i materiali rifiutati dovranno essere immediatamente allontanati dalla sede dei lavori a cura e a spese dell'Appaltatore.

### **3.8.3.3 CARATTERISTICHE TECNICHE COSTRUTTIVE DEI SEGNALI**

#### **3.8.3.3.1 SUPPORTO METALLICO**

I segnali saranno costituiti in lamiera di alluminio semicrudo puro al 99%, di spessore non inferiore a 25/10 di millimetro per dischi, triangoli, frecce e targhe di superficie compresa entro i 5 metri quadrati, e di spessore pari a 30/10 di millimetri per targhe superiori ai metri quadrati 5 di superficie.

Ogni segnale dovrà essere rinforzato lungo il suo perimetro da una bordatura di irrigidimento realizzata a scatola delle dimensioni non inferiori a centimetri 1,5.

Qualora le dimensioni dei segnali superino la superficie di metri quadrati 1,50, i cartelli dovranno essere ulteriormente rinforzati con traverse di irrigidimento piegate ad "U" dello sviluppo di centimetri 1,5, saldate al cartello.

Dove necessario sono prescritte per i cartelli di grandi dimensioni traverse in ferro zincate ad "U" di collegamento tra i vari sostegni.

Tali traverse dovranno essere complete di staffe ed attacchi a morsetto per il collegamento, con bulloni in acciaio inox nella quantità necessaria; le dimensioni della sezione della traversa saranno di millimetri 50x23, con spessore pari a millimetri 5 e lunghezza pari a quella prescritta per i singoli cartelli.

La verniciatura di traverse, staffe, attacchi e bulloni dovrà essere eseguita come per i sostegni.

La zincatura delle traverse dovrà essere conforme alle Norme C.E.I. 7 - fascicolo 239 (1968) sul Controllo della zincatura.

Qualora i segnali siano costituiti da due o più pannelli, congiunti, questi devono

essere perfettamente accostati mediante angolari anticorodal da millimetri 20x20, spessore millimetri 3, opportunamente forati e muniti di un numero di bulloncini in acciaio inox da 1/4x15 sufficienti ad ottenere un perfetto assestamento dei lembi dei pannelli.

La lamiera di alluminio dovrà subire carteggiatura, sgrassamento a fondo e procedimento di fosfocromatizzazione o analogo procedimento di pari affidabilità su tutte le superfici.

Il grezzo, dopo aver subito i suddetti processi di preparazione, dovrà essere verniciato a fuoco con opportuni prodotti, secondo il tipo di metallo.

La cottura della vernice sarà eseguita a forno e dovrà raggiungere una temperatura di 140 gradi.

Il resto e la scatolatura dei cartelli verrà rifinito in colore grigio neutro con speciale smalto sintetico.

Per evitare forature tutti i segnali dovranno essere muniti di attacchi standard per l'adattamento ai sostegni in ferro tubolare di diametro mm 48 e 60.

Tali attacchi dovranno essere completati da opportune staffe in acciaio zincato, corredate di relativa bulloneria, pure zincata.

I sostegni per i segnali verticali saranno in ferro tubolare di diametro pari a mm 48 e 60, chiusi alla sommità e, previo decapaggio del grezzo, dovranno essere zincati conformemente alle norme UNI ISO 2063:1993UNI ISO 2063-2:2017 e A.S.T.M. 123 e non verniciati. La direzione dei Lavori potrà richiederne la verniciatura con doppia mano di idonea vernice sintetica opaca in tinta neutra della gradazione prescritta dalla stessa, senza alcuna richiesta aggiuntiva da parte dell'Impresa.

I sostegni dei segnali verticali dovranno essere muniti di un dispositivo inamovibile antirotazione del segnale rispetto al sostegno.

I sostegni saranno completi di tutte le staffe in acciaio zincato a caldo e bulloneria zincata per il fissaggio dei segnali.

Per il sostegno di tabelle, andrà posta in opera una struttura monopalo in acciaio



zincato a caldo, avente spessore pari a 75/80 micron e saldature basiche pari allo spessore minimo. La struttura, atta a sostenere tabelle delle dimensioni di cm 300x300, sarà costituita in modo di consentire un'altezza utile di cm 150 circa tra il piano strada e il bordo inferiore della targa. La struttura dovrà essere composta da una colonna e da una traversa, con contro-piastra in lamiera ancorata con tirafondi e annegata nel blocco di fondazione. Questi elementi strutturali dovranno essere dimensionati e verificati ai sensi della normativa vigente. La traversa porta targa dovrà essere orientabile per consentire l'esatto posizionamento della targa verso la direzione di marcia. La struttura monopalo dovrà garantire una resistenza all'azione del vento di entità conforme alle Norme CNR DT 207/2008.

### 3.8.3.3.2 *FACCIA ANTERIORE DEL SEGNALE*

Le pellicole retroriflettenti da applicarsi sulla faccia a vista dei supporti metallici, preparati come al precedente punto, dovranno essere del tipo a normale efficienza (Classe 1- durata 7 anni), ad elevata efficienza (Classe 2 – durata 10 anni), o ad altissima intensità luminosa (Classe 2 sperimentale - durata di 10 anni) aventi le caratteristiche di cui al Disciplinare Tecnico, approvato con D.M. 31.03.1995.

Sui triangoli e dischi della segnaletica di pericolo, divieto ed obbligo, la pellicola retroriflettente dovrà costituire un rivestimento senza soluzioni di continuità su tutta la faccia utile del cartello, con il nome convenzionale "a pezzo unico", intendendo definire con questa denominazione un pezzo intero di pellicola, sagomato secondo la forma del segnale, stampato mediante metodo serigrafico con speciali paste, trasparenti per le parti colorate e nere opache per i simboli.

La stampa dovrà essere effettuata con i prodotti ed i metodi prescritti dal fabbricante delle pellicole retroriflettenti e dovrà mantenere inalterata le proprie caratteristiche per un periodo di tempo pari a quello garantito per la durata della pellicola retroriflettente.

Oltre ai segnali da realizzare obbligatoriamente con pellicola ad alta efficienza Classe 2, secondo quanto previsto dall'art. 79 comma 12 del D.P.R. n. 495/92,



tutti gli altri segnali potranno essere realizzati interamente in pellicola a normale efficienza Classe 1; varranno in ogni caso le modalità di esecuzione già descritte sopra, relative ai segnali a pezzo unico ed a quelli di indicazione.

Le pellicole retroriflettenti dovranno essere lavorate ed applicate sui supporti metallici mediante le apparecchiature previste dall'art. 194 comma 1 del D.P.R. n. 495/92.

L'applicazione dovrà comunque essere eseguita a perfetta regola d'arte, secondo le prescrizioni della Ditta produttrice delle pellicole retroriflettenti.

Tutti i segnali con pellicola Classe 1 dovranno pervenire in cantiere con la faccia a vista protetta dal "liner" posto originalmente a protezione dell'adesivo.

Tutti i segnali con pellicola Classe 2 e Classe 2 speciale dovranno pervenire in cantiere con la faccia a vista protetta dalla carta speciale a protezione dell'adesivo.

Le pellicole retroriflettenti dovranno essere esclusivamente quelle aventi le caratteristiche colorimetriche, fotometriche, tecnologiche e di durata previste dal Disciplinare Tecnico, approvato dal Min. LL. PP., con Decreto del 31.03.95.

Le pellicole retroriflettenti dovranno, comunque, risultare prodotte da aziende in possesso di un sistema di qualità conforme alle norme europee della serie UNI/EN 45000, sulla base delle norme europee della serie UNI/EN 29000 e s.m.i..

Le certificazioni di conformità relative alle pellicole retroriflettenti proposte devono contenere gli esiti di tutte le analisi e prove prescritte dal suddetto Disciplinare e, dalla descrizione delle stesse, dovrà risultare in modo chiaro ed inequivocabile che tutte le prove ed analisi sono state effettuate, secondo le metodologie indicate, sui medesimi campioni per l'intero ciclo e per tutti i colori previsti dalla Tab. 1 del Disciplinare Tecnico suddetto.

Inoltre, mediante controlli specifici da riportare espressamente nelle certificazioni di conformità, dovrà essere comprovato che il marchio di individuazione delle pellicole retroriflettenti sia effettivamente integrato con la struttura interna del





materiale, inasportabile e perfettamente visibile anche dopo la prova di invecchiamento accelerato strumentalmente.

Definizioni:

- pellicole di Classe 1: a normale risposta luminosa con durata di 7 anni;
- pellicole di Classe 2: ad alta risposta luminosa con durata di 10 anni;
- pellicole sperimentali di Classe 2 Grandangolare: ad altissima risposta luminosa con durata di 10 anni, munite di certificazione per la Classe 2, ma aventi caratteristiche prestazionali superiori alle pellicole di Classe 2 di cui al capitolo 2, art. 2.2 del Disciplinare Tecnico pubblicato con D.M. 31.03.1995, da utilizzarsi nelle seguenti specifiche situazioni stradali:
  1. segnaletica che per essere efficiente richiede una maggiore visibilità alle brevi e medie distanze.
  2. segnali posizionati in modo tale da renderne difficile la corretta visione ed interpretazione da parte del conducente del veicolo;
  3. strade ad elevata percorrenza da parte di mezzi pesanti;
  4. strade con forte illuminazione ambientale.

Al fine di realizzare segnali stradali efficaci per le suddette specifiche situazioni, dette pellicole retroriflettenti devono possedere caratteristiche **di grande angolarità superiori**, così come definite dalla seguente tabella, relativa alle caratteristiche fotometriche (coefficiente areico di intensità luminosa):

ANGOLO DIVERG.	ANGOLO ILLUM.	BIANCO	GIALLO	ROSSO	VERDE	BLU
1°	5°	80	65	20	10	4
	30°	50	40	13	5	2,5
	40°	15	13	5	2	1
1,5°	5°	20	16	5	2,5	1
	30°	10	8	2,5	1	0,5
	40°	5	4,5	1,5	0,5	0,25

Un rapporto di prova, rilasciato da un Istituto di misura previsto dal D.M. 31.3.95, attestante che le pellicole retroriflettenti soddisfano i sopradetti requisiti, deve essere accluso, unitamente alla certificazione di Classe 2 prevista dallo stesso D.M. 31.3.95, nella documentazione della Ditta aggiudicataria.

Potrà essere richiesto che tale pellicola speciale sia inoltre dotata di un sistema anticondensa; in tal caso la pellicola, oltre alle caratteristiche fotometriche e prestazionali di cui sopra, sarà composta da materiali tali da evitare la formazione di condensa sul segnale stesso durante le ore notturne in cui essa si viene a formare.

Detta caratteristica è definita da un angolo di contatto delle gocce d'acqua sul segnale stesso non superiore a  $20^\circ \pm 2^\circ$  (venti gradi).

La misurazione si intende effettuata con strumenti per misura delle tensioni superficiali “Krus” con acqua distillata ed alla temperatura di  $22^\circ$ .

In tal caso tali caratteristiche dovranno essere attestate nel rapporto di prova di cui sopra.

Infine, la pellicola speciale di colore giallo fluororifrangente, per eventuale segnaletica da cantiere, dovrà avere un fattore di luminanza non inferiore a 0,50.

Sul retro dei segnali dovranno essere indicati, secondo quanto previsto dall'art. 77 comma 7 del D.P.R. n. 495/92, nello spazio previsto di  $200 \text{ cm}^2$ , il marchio dell'Organismo di certificazione ed il relativo numero del certificato di conformità di prodotto rilasciato.



### **3.8.4 Segnaletica provvisoria**

La segnaletica provvisoria orizzontale dovrà essere di colore giallo ed avere caratteristiche di visibilità diurna e notturna non inferiori a quella permanente.

Essa dovrà garantire una sufficiente durabilità delle caratteristiche indicate per la durata del transitorio previsto, ovvero essere opportunamente ripristinata, senza oneri aggiuntivi, a semplice richiesta della direzione lavori, laddove questa ne ravvisi il deperimento.

Al termine del suddetto transitorio, la cromia originale della superficie stradale dovrà essere ripristinata, secondo modalità da concordare con la direzione lavori ed in ogni caso senza oneri aggiuntivi.

## **3.9 DISPOSITIVI PER LO SMALTIMENTO DELLE ACQUE**

I dispositivi per lo smaltimento delle acque dagli impalcati verranno eseguiti dall'Impresa in conformità alle indicazioni di progetto esecutivo ed alle disposizioni della Direzione Lavori.

Detti dispositivi dovranno rispondere a quanto prescritto dal D.M. del Ministero delle Infrastrutture 17/1/2018 al cap. 5.1.7.4..

I relativi oneri saranno compensati coi corrispondenti prezzi di elenco.

Le caditoie necessarie dovranno essere opportunamente predisposte nel getto di calcestruzzo, ed eventualmente modellate nella misura adeguata, anche con scavo a scalpello manuale, con uso di malta additivata e mano di ancoraggio e raccordata alla superficie della soletta esistente, con eventuale adattamento dei ferri superficiali della soletta.

Particolare cura dovrà essere seguita nel mantenimento della continuità dell'impermeabilizzazione fino all'imbocco dello scarico con una sua ripresa a caldo.

Qualora la tubazione sia fatta terminare prima del terreno, si dovrà garantire che il flusso dell'acqua cadente, si svolga in modo da non investire superfici del



manufatto, anche in presenza di vento, e che la tubazione termini ad una quota inferiore di almeno 1 m sotto il punto più basso dell'impalcato, con taglio a becco di flauto.

### **3.10 PENSILINA**

La pensilina di attesa bus tipo Enthoven o equivalente sarà costituita da una struttura portante in profili in alluminio estruso formanti una cornice e con una piastra di polycarbonato resistente ai raggi UV in un unico pezzo sospesa realizzata così come da grafici di progetto.



## **4 PRESCRIZIONI ED ONERI GENERALI**

- a) Sarà cura ed onere dell'APPALTATORE provvedere alla fornitura ed allo stoccaggio/immagazzinamento di tutti i materiali da inglobare e/o comunque da utilizzare per la realizzazione delle opere in oggetto.
- b) Sarà cura dell'APPALTATORE provvedere alla manutenzione e lubrificazione dei materiali, ove richiesto, in conformità alle prescrizioni dei fornitori.
- c) Sarà cura dell'APPALTATORE trasportare a discarica i materiali di risulta evitando il loro accumulo su opere provvisionali e ponteggi; ciò anche ai fini della sicurezza.
- d) Sarà cura dell'APPALTATORE predisporre tutte le opere provvisionali ed i camminamenti atti a consentire al personale della Committente il facile e sicuro accesso alle opere in esecuzione per effettuare gli opportuni e prescritti controlli.



## **5 CONTROLLI DI QUALITA'**

Le caratteristiche dei materiali da approvvigionare e le prove di qualifica da effettuare sugli stessi sono quelle definite dalla procedura prevista dal “Piano della Qualità” dell'APPALTATORE approvato e nelle Specifiche di Controllo Qualità. La tipologia e la frequenza delle prove da eseguire in corso d'opera saranno definite nella Specifica di Controllo Qualità.