



È vietata la riproduzione di questo documento senza la preventiva autorizzazione di MM Spa



COMUNE DI MILANO

MERCATO AGROALIMENTARE DELLA CITTÀ DI MILANO

PIATTAFORMA LOGISTICA ORTOFRUTTA

PROGETTO DEFINITIVO PER APPALTO INTEGRATO

CAPITOLATO OPERE STRADALI

<div>IL DIRETTORE TECNICO</div> <div>DOTT. ING. Francesco Vanzo</div> <div>Ordine degli Ingegneri Milano n° 14647</div> <div></div>			<div>IL PROGETTISTA RESPONSABILE</div> <div>DELL'INTEGRAZIONE FRA LE VARIE</div> <div>PRESTAZIONI SPECIALISTICHE</div> <div>DOTT. ING. Andrea Pasquale Costa</div> <div>Ordine degli Ingegneri Milano n° A22465</div> <div></div>			<div>IL PROGETTISTA RESPONSABILE</div> <div>DOTT. ING. Andrea Pasquale Costa</div> <div>Ordine degli Ingegneri Milano n° A22465</div> <div></div>		
6	SET 2019	PROGETTO VALIDATO	P. TRAVANINI	P. TRAVANINI	F. CAMPANALE M. MANGIONE	A. COSTA		
3	LUG 2019	PROGETTO DEFINITIVO PER APPALTO INTEGRATO	P. TRAVANINI	P. TRAVANINI	F. CAMPANALE M. MANGIONE	A. COSTA		
0	28/05/2019	EMISSIONE	P. TRAVANINI	P. TRAVANINI	F. CAMPANALE M. MANGIONE	A. COSTA		
Aggiorn.	Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Acquisito	Approvato		

COLLABORAZIONE
ALLA PROGETTAZIONE:

CODIFICA
DOCUMENTO

Commessa

YB00

Lotto

1

Fase

D

Categoria

V

Opera

CA

Progressivo

0127



INDICE DEI CONTENUTI

1. MISTO CEMENTATO REALIZZATO IN IMPIANTO	4
1.1. Materiali.....	4
1.1.1.1. Legante cementizio	4
1.1.1.2. Aggregati	4
1.1.1.3. Acqua	5
1.1.1.4. Additivi	5
1.2. Miscela	5
1.2.1.1. Requisiti prestazionali.....	6
2. STRATO DI BINDER IN C.B. AD ELEVATE PRESTAZIONI CON POLIMERI + FIBRE8	
2.1. Aggregati	8
2.2. Additivi	9
2.2.1.1. Polimeri di additivazione.....	9
2.2.1.2. Fibre	10
2.3. Miscela	10
2.3.1.1. Requisiti prestazionali.....	11
3. STRATO DI USURA OPEN GRADE INTASATO CON MALTA CEMENTIZIA	14
3.1. Materiali.....	14
3.1.1.1. Aggregati	14
3.1.1.2. Bitume	15
3.1.1.3. Malta iperfluida	15
3.2. Miscela	16
3.2.1.1. Requisiti prestazionali del conglomerato bituminoso	17
3.2.1.2. Requisiti prestazionali dello strato open grade intasato a cemento	17
4. SEGNALETICA.....	19
4.1. Segnaletica inerente alla viabilità esistente	19
4.2. Segnaletica inerente alla viabilità provvisoria	19
4.3. Segnaletica definitiva	19
4.3.1. Norme tecniche per segnaletica stradale	20
4.3.1.1. Segnaletica verticale	20
4.3.1.2. Segnaletica orizzontale	23





1. MISTO CEMENTATO REALIZZATO IN IMPIANTO

Il misto cementato sarà costituito da una miscela di aggregati lapidei, impastata con cemento e acqua in impianto centralizzato con dosatori a peso o a volume, da stendersi in unico strato dello spessore indicato in progetto.

1.1. MATERIALI

1.1.1.1. LEGANTE CEMENTIZIO

Dovrà essere impiegato cemento normale (Portland, pozzolanico o d'alto forno).
A titolo indicativo la percentuale di cemento sarà compresa tra il 2, 5% ed il 3,5% sul peso degli aggregati asciutti.

1.1.1.2. AGGREGATI

Saranno impiegate ghiaie e sabbie di cava e/o di fiume con percentuale di frantumato complessiva compresa tra il 30% ed il 60% in peso sul totale degli aggregati. Il materiale dovrà essere conforme a quanto riportato nella norma UNI EN 12522:2008 e conseguentemente corredato di relativo Marchio CE.

La Direzione Lavori potrà autorizzare l'impiego di quantità di materiale frantumato superiore al limite stabilito, in questo caso la miscela finale dovrà essere tale da presentare le stesse resistenze a compressione e a trazione a 7 giorni prescritte nel seguito; questo risultato potrà ottenersi aumentando la percentuale delle sabbie presenti nella miscela e/o la quantità di passante al setaccio 0,063 mm.

Aggregato grosso

L'aggregato grosso, trattenuto al setaccio UNI 4 mm, deve essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee, da elementi naturali tondeggianti, da elementi naturali tondeggianti frantumati, da elementi naturali a spigoli vivi. Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella seguente tabella 16.1.

Tabella 16.1 Prescrizioni per aggregato grosso nello strato in misto cementato

Requisito	Normativa	Unità di misura	Prescrizioni
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	%	≤ 30
Quantità di frantumato	UNI EN 933-5	%	≥ 30
Dimensione massima	UNI EN 933-1	mm	40
Sensibilità al gelo	UNI EN 1367-1	%	≤ 30
Contenuto di:			
Rocce reagenti con alcali del cemento	CNR 104/84	%	≤ 1

Aggregato fino

L'aggregato fino, passante al setaccio UNI 4 mm, deve essere costituito da elementi naturali o di frantumazione che possiedano le caratteristiche riassunte nella seguente tabella 16.2.

Tabella 16.2 Prescrizioni per aggregato fino nello strato in misto cementato



Requisito	Normativa	Unità di misura	Prescrizioni
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	%	$30 \leq E_s \leq 60$
Limite Liquido	UNI CEN ISO 17892-12	%	≤ 25
Indice di Plasticità	UNI CEN ISO 17892-12	%	N.P.
Passante al setaccio 0,063	UNI EN 13242	%	≤ 1
Contenuto di:			
- Rocce tenere, alterate o scistose	CNR 104/84	%	≤ 1
- Rocce degradabili o solfatiche	CNR 104/84	%	≤ 1
- Rocce reagenti con alcali del cemento	CNR 104/84	%	≤ 1

1.1.1.3. ACQUA

Dovrà essere esente da impurità dannose, oli, acidi, alcali, materia organica e qualsiasi altra sostanza nociva.

La quantità di acqua nella miscela sarà quella corrispondente all'umidità ottima di costipamento con energia AASHTO modificata (UNI EN 13286 - 2) con una variazione compresa entro $\pm 2\%$ del peso della miscela per consentire il raggiungimento delle resistenze indicate di seguito.

1.1.1.4. ADDITIVI

Al fine di migliorare le caratteristiche del misto cementato è ammesso l'impiego di additivi conformi alla norma UNI EN 934-2 ed aggiunte (ceneri volanti) conformi alla norma UNI EN 450.

1.2. MISCELA

La miscela di aggregati (misto granulare) da adottarsi per la realizzazione del misto cementato deve avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso riportato in tabella 16.3 (Serie Setacci UNI EN 13242).

Tabella 16.3 Fuso granulometrico per lo strato in misto cementato

Apertura maglia [mm]	Passante [%]
31,5	100
25	$80 \div 100$
20	$72 \div 90$
12,5	$53 \div 70$
8	$40 \div 55$
4	$28 \div 40$
2	$18 \div 30$
0,5	$8 \div 18$



0,25	6 ÷ 14
0,063	5 ÷ 10

Le caratteristiche granulometriche delle miscele potranno avere una tolleranza di $\pm 5\%$ fino al passante al setaccio UNI 4 mm e di $\pm 2\%$ per il passante al setaccio UNI 2 mm e inferiori, purché non siano superati i limiti del fuso.

La miscela di materiali lapidei che costituiscono lo scheletro litico del misto cementato può comprendere al suo interno anche materiale derivante da un processo di frantumazione, pulizia e vagliatura di lastre in calcestruzzo nonché da frantumazione e selezione di conglomerato bituminoso. Le percentuali massime in cui tali materiali possono essere aggiunti derivano dal rispetto sia delle norme di legge cogenti ai fini della compatibilità ambientale sia dei requisiti tecnico-prestazionali della miscela finale.

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione degli aggregati tramite certificazione attestante i requisiti prescritti (UNI EN 13242). Tale certificazione deve essere rilasciata da un Laboratorio ufficiale.

L'Impresa dovrà sottoporre all'accettazione della Direzione Lavori la composizione granulometrica da adottare e le caratteristiche della miscela.

La miscela di studio sarà preparata partendo da tutte le classi previste per gli aggregati, mescolandole tra loro, con il cemento e l'acqua nei quantitativi necessari ad ogni singolo provino. I provini dovranno essere estratti dallo stampo dopo 24 h e portati successivamente a stagionatura per altri 6 giorni in ambiente umido (umidità relativa non inferiore al 90% e temperatura di circa 20 °C); in caso di confezione in cantiere la stagionatura si farà in sabbia mantenuta umida.

L'Impresa appaltatrice è tenuta a comunicare alla Direzione Lavori con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni:

- la composizione dei misti cementati che si intende utilizzare;
- documentazione inerente la qualifica degli aggregati secondo marcatura CE (UNI EN 13242);
- documentazione inerente la qualifica secondo marcatura CE del misto cementato, in particolare Dichiarazione di Conformità e Marchio CE (UNI EN 13242).

Una volta accettato da parte della Direzione Lavori lo studio di fattibilità, l'Impresa deve rigorosamente attenersi a esso.

1.2.1.1. REQUISITI PRESTAZIONALI

Il misto cementato, dopo 7 giorni di stagionatura in ambiente umido, deve rispondere alle specifiche tecniche, riportate in tabella 16.4, relative a carote del materiale in oggetto prelevate in sito:

Tabella 16.4 Prescrizioni tecniche per lo strato in misto cementato

Requisito	Normativa	Unità di misura	Prescrizioni
Resistenza a compressione (*)	UNI EN 13286 - 41	MPa	≥ 4



Resistenza a Trazione Indiretta (*)	UNI EN 13286 - 42	MPa	≥ 0,40
-------------------------------------	-------------------	-----	--------

(*) Dopo 7 giorni di stagionatura in ambiente umido.

(**) Dopo 4 giorni di imbibizione in acqua con tolleranza pari a $\pm 2\%$ rispetto all'umidità ottima di costipamento.

La rispondenza delle caratteristiche delle miscele con quelle di progetto dovrà essere verificata con controlli, da cui dovranno essere scelti la curva, la densità e le resistenze da confrontare con quelle di progetto e da usare come riferimento nelle prove di controllo.

Il valore del modulo elastico dello strato in misto cementato con fibre, ricavato tramite provini sottoposti a prove di modulo in configurazione di trazione indiretta secondo quanto prescritto dalla Norma UNI EN 13286-42, con carico di tipo impulsivo (tempo di picco pari a 124 millisecondi), in condizioni di deformazione imposta (5 micron), sarà pari a $E = 2200 \text{ MPa}$ ($\pm 15\%$).



2. STRATO DI BINDER IN C.B. AD ELEVATE PRESTAZIONI CON POLIMERI + FIBRE

Il conglomerato bituminoso per lo strato di binder è costituito da una miscela continua di aggregati lapidei, bitume additivato con polimeri e fibre in cellulosa-sintetiche da recupero. La scelta è motivata dalle elevate prestazioni ottenibili innanzitutto con il bitume additivato con polimeri ed in secondo luogo dall'aggiunta delle fibre che ne migliorano ulteriormente le prestazioni, in particolare la resistenza a trazione e durata a fatica.

Qui di seguito sono riportate le indicazioni prescrittive riguardanti il mix design della miscela e le caratteristiche prestazionali attese. Le seconde devono essere considerate prevalenti rispetto alle prime nel senso che le indicazioni prescrittive andranno, se del caso, opportunamente migliorate dall'Impresa affinché si raggiungano le prestazioni richieste, in coerenza con il progetto. Sono ovviamente ammesse prestazioni anche superiori a quelle indicate.

2.1. AGGREGATI

Gli aggregati lapidei dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, di forma poliedrica, puliti, esenti da polvere e da materiali estranei e soddisfare le prescrizioni emanate dalla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043. Gli elementi litoidi non dovranno mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare. La miscela degli aggregati è costituita dall'insieme degli aggregati grossi, dagli aggregati fini ed eventuali additivi (filler) secondo la definizione della Norma UNI EN 13108-1. Ai fini dell'impiego, prima dell'inizio dei lavori, è obbligatoria l'attestazione di conformità (CE) da parte del produttore relativamente ai requisiti richiesti. Tale certificazione deve essere rilasciata da un Laboratorio ufficiale riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e Trasporti.

Aggregato grosso

L'aggregato grosso deve essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee, da elementi naturali tondeggianti frantumati, da elementi naturali a spigoli vivi. Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati in tabella 11.1.

Tabella 11.1: caratteristiche dell'aggregato grosso nello strato di binder additivato con polimeri e fibre

Requisito	Normativa	Unità di misura	Prescrizioni
Dimensione massima	UNI EN 933-1	mm	20
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	%	< 24
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3	%	< 15
Indice di forma	UNI EN 933-4	%	< 15
Quantità di frantumato	UNI EN 933-5	%	≥ 90



Passante al setaccio UNI 0,063 mm	UNI EN 933-10	%	≤ 1
Sensibilità al gelo	UNI EN 1367-1	%	< 1
Spogliamento	UNI EN 12697-11	%	< 5

Aggregato fino

L'aggregato fino deve essere costituito da elementi naturali e di frantumazione e possedere le caratteristiche riassunte in tabella 11.2.

Tabella 11.2: caratteristiche dell'aggregato fino nello strato di binder additivato con polimeri e fibre

Requisito	Normativa	Unità di misura	Prescrizioni
Quantità di frantumato	UNI EN 933-5	%	> 80
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	%	> 60
Passante al setaccio UNI 0,063 mm	UNI EN 933-10	%	≤ 2

Filler

Il filler, frazione passante al setaccio 0.063 mm, proviene dalla frazione fina degli aggregati oppure può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, ceneri volanti. In ogni caso il filler per conglomerati bituminosi a caldo confezionati con bitume ordinario deve soddisfare i requisiti indicati nella seguente tabella.

Tabella 11.3: caratteristiche del filler nello strato di binder additivato con polimeri e fibre

Requisito	Normativa	Unità di misura	Prescrizioni
Spogliamento	UNI EN 12697-11	%	≤ 5
Passante al setaccio UNI 2 mm	UNI EN 933-10	%	100
Passante al setaccio UNI 0,18 mm	UNI EN 933-10	%	90 - 100
Passante al setaccio UNI 0,063 mm	UNI EN 933-10	%	> 80
Vuoti Ridgen	UNI EN 1097-4	%	28 ÷ 45
Stiffening Power Rapporto filler/bitume = 1,5	UNI EN 13179-1	%	> 5

2.2. ADDITIVI

2.2.1.1. POLIMERI DI ADDITIVAZIONE

Nel confezionamento del conglomerato bituminoso con bitume del tipo indicato al capitolo 1 verrà utilizzato un compound a base di polimeri (a titolo di esempio LDPE ed EVA a basso



peso molecolare e medio punto di fusione) con lo scopo di migliorare il conglomerato bituminoso conferendogli una più elevata stabilità e resistenza alla deformazione, una maggiore resistenza allo sbalzo termico, un minore invecchiamento del legante, un incremento del punto di rammollimento ed un aumento dell'intervallo termoplastico del bitume.

Il quantitativo ottimale di polimeri dovrà essere desunto da un apposito studio di prequalifica con l'obiettivo di soddisfare i requisiti prestazionali della miscela finale.

L'immissione del polimero potrà avverrà fisicamente direttamente nel mescolatore dell'impianto di confezionamento, addizionando alla miscela di aggregati-bitume, una percentuale di copolimero termoplastico come sopra specificato. Questo deve essere effettuato mediante dispositivi meccanici servo assistiti collegati all'impianto di produzione, che consentano di mantenere con precisione la prevista percentuale di modifica del conglomerato definita in fase di studio, anche in presenza di variazioni di produzione della miscela.

2.2.1.2. FIBRE

La miscela sarà additivata con fibre del tipo cellulosa-sintetiche da recupero. La fibra di cellulosa-sintetica da recupero è una microfibra stabilizzante costituita da fibre di cellulosa, fibre sintetiche semilunghe e leganti organici, più precisamente è composta da fibre di nylon, poliestere e cellulosa prebitumata. Nelle miscele ricche di graniglia e povere di sabbia hanno una funzione stabilizzante del mastice (filler + bitume) evitandone la separazione dallo scheletro litico. La microfibra ha funzione di additivo stabilizzante e strutturante per il bitume normale o modificato. Migliora le caratteristiche strutturali del legante, aumentando i valori di resistenza a trazione e le prestazioni di durata a fatica, diminuendo la suscettibilità termica. L'impiego di fibre di tipo misto richiede sempre, per il confezionamento in impianto delle miscele, opportuni macchinari in grado di dosare, disgregare e disperdere finemente le fibre nel conglomerato. La fibra deve essere aggiunta direttamente nel mescolatore dell'impianto del conglomerato e prima di immettere il bitume.

Il quantitativo ottimale dovrà comunque desumersi da un apposito studio di prequalifica con l'obiettivo di soddisfare i requisiti prestazionali della miscela finale

2.3. MISCELA

Si prescrive il proporzionamento di tali materiali con l'obiettivo di ottenere una granulometria della miscela finale in grado di essere sufficientemente continua e ben distribuita. La miscela deve avere una composizione granulometrica determinata in conformità con la UNI EN 13108-1 e UNI EN 12697-2. Si riporta qui di seguito una granulometria per lo strato di binder in c.b. additivato con polimeri e fibre a titolo esemplificativo. Le indicazioni prescrittive andranno, se del caso, opportunamente migliorate dall'Impresa affinché si raggiungano le prestazioni richieste.

La quantità di bitume di effettivo impiego, orientativamente compresa tra il 4,5 – 5,5 % sul peso degli inerti in relazione alla granulometria adottata, alla natura degli aggregati lapidei e dell'additivo minerale, deve essere determinata mediante lo studio della miscela con metodo volumetrico. In alternativa, in via transitoria, si potrà utilizzare l'ottimizzazione Marshall. Dovrà essere comunque tale da soddisfare i requisiti prestazionali della miscela finale.



Tabella 11.4: granulometria dello strato di binder additivato con polimeri e fibre

Apertura maglia [mm]	Passante [%]	
20	100	100
16	90	100
12,5	66	86
8	52	72
4	34	54
2	25	40
0.5	10	22
0.25	6	16
0.063	4	8
Percentuale di bitume (%)		4,5 ÷ 5,5

L'Impresa appaltatrice sarà a comunicare alla Direzione Lavori con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni:

- la composizione dei conglomerati bituminosi che si intende utilizzare;
- documentazione inerente la qualifica del legante bituminoso secondo marcatura CE (UNI EN 14023);
- documentazione inerente la qualifica degli aggregati secondo marcatura CE (UNI EN 13043);
- documentazione inerente la qualifica degli additivi secondo marcatura CE (UNI EN 13108);
- documentazione inerente la qualifica secondo marcatura CE, in particolare Dichiarazione di Conformità e Marchio CE (UNI EN 13108).

Ai fini della marcatura CE, la conformità è riferita all'Allegato ZA della norma armonizzata. Una volta accettato lo studio di fattibilità da parte della Direzione Lavori, l'Impresa dovrà rigorosamente attenersi ad esso.

2.3.1.1. REQUISITI PRESTAZIONALI

Il conglomerato bituminoso additivato con polimeri e fibre cellulosa-sintetiche deve rispondere alle specifiche tecniche indicate nello studio di fattibilità presentato dall'Impresa per quanto attiene a campioni compattati in laboratorio provenienti da prelievi in corso d'opera di materiale sciolto (bocca finitrice o impianto di produzione).

Si precisa che lo Studio di Fattibilità della miscela sia con pressa giratoria dovrà rappresentare il punto di partenza per la determinazione degli ITT – Prova di Tipo (UNI EN 13108-20: Miscela



bituminose; Specifiche del materiale – Parte 20: Prova di Tipo) per la marcatura CE del prodotto (UNI EN 13108: Miscele bituminose; Specifiche del materiale).

2.3.1.1.1. STUDIO DI FATTIBILITÀ CON PRESSA GIRATORIA

Le condizioni per il costipamento dei provini e l'esecuzione delle prove dovranno essere le seguenti (UNI EN 12697-31: Miscele bituminose; Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo – Parte 31: Preparazione del provino con pressa giratoria):

Tabella 11.5 Strato di binder additivato con polimeri e fibre - metodo volumetrico

Metodo Volumetrico - Costipamento UNI EN 12697-31			
Parametro	Unità di misura	Condizione di prova	
Temperatura	°C	150 ± 10	
Angolo di rotazione	°	1,25 ± 0,02	
Velocità di rotazione	rotazioni/min	30	
Pressione verticale	kPa	600	
Diametro del provino	mm	150	
Requisito	Normativa	Unità di misura	Prescrizioni
Vuoti residui (a)	UNI EN 12697-8	%	11 ÷ 15 (a 10 rotazioni)
			3 ÷ 6 (a 100 rotazioni)
			> 2 (a 180 rotazioni)
Resistenza a trazione indiretta (b)	UNI EN 12697-23	MPa	> 1,4 (a 100 rotazioni)
Coefficiente di trazione indiretta		MPa	> 50 (a 100 rotazioni)
<p>(a) I vuoti dovranno essere determinati secondo la norma UNI EN 13108-20 (Miscele Bituminose – Specifiche del materiale – Parte 20: Prove di tipo) e la UNI EN 12697-8 (Miscele bituminose – Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo – Parte 8: Determinazione delle caratteristiche dei vuoti di provini bituminosi).</p> <p>(b) I provini derivanti dalla compattazione della miscela bituminosa con percentuale ottimale di bitume dovranno essere sottoposti a rottura diametrale a 25°C secondo la norma UNI EN 12697-23 (Miscele bituminose – Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo – Parte 23: determinazione della resistenza a trazione indiretta di provini bituminosi).</p>			

Si prescrivono altresì le seguenti caratteristiche:

- Autoaddensamento $C1 \geq 75 \%$;
- Lavorabilità $K \geq 6$.



2.3.1.1.2. STUDIO DI FATTIBILITÀ CON METODO MARSHALL

I provini dovranno essere preparati secondo norma UNI EN 12697-30 (Miscele bituminose; Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo - Parte 30: Preparazione del provino mediante compattatore a impatto). Su provini costipati con 75 colpi di maglio per lato, il conglomerato bituminoso con percentuale ottimale di bitume dovrà avere i seguenti requisiti:

Tabella 11.6 Strato di binder additivato con polimeri e fibre – metodo Marshall

METODO MARSHALL – Costipamento UNI EN 12697-30			
Parametro	Unità di misura	Condizione di prova	
Temperatura	°C	60	
Modalità operativa	Colpi x faccia	75	
Requisito	Normativa	Unità di misura	Prescrizioni
Stabilità Marshall	UNI EN 12697-34	kN	> 9
Rigidezza Marshall	UNI EN 12697-34	kN/mm	3 – 4,5
Vuoti residui (*)	UNI EN 12697-8	%	4 ÷ 6
Resistenza a trazione indiretta (**)	UNI EN 12697-23	MPa	> 1,4
Coefficiente di trazione indiretta		MPa	> 80

(*) I vuoti dovranno essere determinati secondo la norma UNI EN 13108-20 (Miscele Bituminose – Specifiche del materiale – Parte 20: Prove di tipo) e la UNI EN 12697-8 (Miscele bituminose – Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo – Parte 8: Determinazione delle caratteristiche dei vuoti di provini bituminosi).

(**) I provini derivanti dalla compattazione della miscela bituminosa con percentuale ottimale di bitume dovranno essere sottoposti a rottura diametrale a 25°C secondo la norma UNI EN 12697-23 (Miscele bituminose – Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo – Parte 23: determinazione della resistenza a trazione indiretta di provini bituminosi).

Si precisa che lo Studio di Fattibilità della miscela sia con pressa giratoria, sia con Marshall, dovrà rappresentare il punto di partenza per la determinazione degli ITT – Prova di Tipo (UNI EN 13108-20: Miscele bituminose; Specifiche del materiale – Parte 20: Prova di Tipo) per la marcatura CE del prodotto (UNI EN 13108: Miscele bituminose; Specifiche del materiale).

2.3.1.1.3. DETERMINAZIONE DEL MODULO DI RIGIDEZZA DELLA MISCELA

Il valore dei moduli elastici dello strato di binder additivato con polimeri e fibre, ricavato da provini sottoposti a prove di modulo in configurazione di trazione indiretta secondo quanto prescritto dalla Norma EN UNI 12697-23, con carico di tipo impulsivo (tempo di picco pari a 124 millisecondi), in condizioni di deformazione imposta (5 micron), saranno pari a:

- $E \geq 8000 \text{ MPa } [@ 5^{\circ}\text{C}] ; *$
- $E \geq 5300 \text{ MPa } [@ 20^{\circ}\text{C}] ; *$
- $E \geq 1000 \text{ MPa } [@ 40^{\circ}\text{C}] . *$

* con tolleranza di $\pm 15\%$.



3. STRATO DI USURA OPEN GRADE INTASATO CON MALTA CEMENTIZIA

Questa pavimentazione è formata da uno strato di conglomerato bituminoso a elevato contenuto di vuoti intercomunicanti (open grade) intasato con boiacca cementizia iperfluida espansiva ad alta resistenza.

Lo strato di conglomerato bituminoso a caldo "Open Grade" confezionato con bitume modificato e' costituito da una miscela di inerti freschi di cava, nel prosieguo definiti in questo contesto come aggregati di primo impiego, (pietrisco, pietrischetto, graniglia e sabbia) e di additivo (filler), impastato con bitume modificato con polimeri e additivi, previo riscaldamento ed essiccazione degli aggregati, steso in opera con macchina vibrofinitrice e rullato a fondo. Tutto l'aggregato grosso di primo impiego dovrà essere costituito da materiale frantumato

3.1. MATERIALI

3.1.1.1. AGGREGATI

Gli aggregati lapidei dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, di forma poliedrica, puliti, esenti da polvere e da materiali estranei e soddisfare le prescrizioni emanate dalla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043 (aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti ed altre aree soggette a traffico). Gli elementi litoidi non dovranno mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare. La miscela degli aggregati è costituita dall'insieme degli aggregati grossi, dagli aggregati fini ed eventuali additivi (filler) secondo la definizione della Norma UNI EN 13108-1. Ai fini dell'impiego, prima dell'inizio dei lavori, è obbligatoria l'attestazione di conformità (CE) da parte del produttore relativamente ai requisiti richiesti. Tale certificazione deve essere rilasciata da un Laboratorio ufficiale riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e Trasporti.

Aggregato grosso

L'aggregato grosso sarà costituito da pietrischi, pietrischetti e graniglie, da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee, da elementi naturali tondeggianti frantumati, da elementi naturali a spigoli vivi. Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati in tabella 8.1.

Tabella 8.1: Prescrizioni per aggregato grosso nello strato di open grade intasato a cemento

Requisito	Normativa	Unità di misura	Prescrizioni
Los Angeles	UNI EN 1097-2	[%]	≤ 24
Quantità di frantumato	UNI EN 933-5	[%]	100
Dimensione max.	UNI EN 13043	[mm]	12,5
Sensibilità al gelo	UNI EN 1367-1	[%]	≤ 1
Spogliamento	UNI EN 12697-11	[%]	0
Passante allo 0.063	UNI EN 933-10	[%]	≤ 1
Indice appiattimento	UNI EN 933-3	[%]	≤ 15
Porosità	UNI EN 1097	[%]	≤ 1.5



Quantità di basalti		[%]	≥ 20
PSV	UNI EN 1097-8	[%]	≥ 46

Aggregato fino

La frazione lapidea, passante al setaccio UNI 4 mm, dovrà essere costituita esclusivamente da sabbie di frantumazione (tabella 8.2).

Il passante al setaccio 2 mm non dovrà superare il 20% qualora gli aggregati fini provengano da rocce aventi un valore di CLA ≤ 42% (UNI EN 1097-8).

Tabella 8.2: caratteristiche dell'aggregato fino nello strato di open grade intasato a cemento

Requisito	Normativa	Unità di misura	Prescrizioni
Quantità di frantumato	UNI EN 933-5	%	100
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	%	> 80
Passante al setaccio UNI 0,063 mm	UNI EN 933-10	%	≤ 2

3.1.1.2. BITUME

Il legante potrà essere costituito da bitume di tipo 50/70 con le specifiche riportate in tabella Tabella 8.3:

Tabella 8.3 Prescrizioni per il bitume degli strati in conglomerato bituminoso

Requisito	Normativa	Unità di misura	Prescrizioni
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	50/70
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	> 70
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	°C	< - 15
Viscosità dinamica a 160°C, $\gamma = 10s^{-1}$	UNI EN 13702-1	Pa*s	≥ 0.2
Ritorno elastico a 25°C	UNI EN 13398	°C	≥ 75
Valori dopo RTFOT	UNI EN 12607-1		
Penetrazione residua a 25°C	UNI EN 1426	%	> 60
Incremento del punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≤ 5
Perdita in peso	UNI EN 12607-1	%	≤ 0,8

3.1.1.3. MALTA IPERFLUIDA

È una malta espansiva iperfluida a base cementizia ad altissime prestazioni meccaniche, utilizzata per saturare i vuoti dello strato di Open Grade sopra descritto. Tale sistema consente di realizzare pavimentazioni semiflessibili in conglomerato bituminoso – cemento adatte in corrispondenza degli stalli degli aeromobili. Le caratteristiche meccaniche alle quali tale malta deve rispondere sono di seguito riportate:

Tabella 8.4 Prescrizioni per la malta iperfluida

Caratteristiche	Normativa	Unità di misura	Valore a 24h	Valore a 7gg	Valore a 28gg
Resistenza a compressione	UNI EN 445	MPa	≥ 20	≥ 55	≥ 70



L'Appaltatore, nella scelta della malta cementizia che intende impiegare, dovrà tenere conto delle condizioni di lavoro specifiche vigenti al momento in cui verrà eseguita l'intasamento dell'Open Grade. Infatti, la temperatura ambiente e della pavimentazione, nonché le condizioni di irraggiamento solare, sono di cruciale importanza nel corretto intasamento della miscela bituminosa, giacché dalla viscosità della malta cementizia dipende il grado di intasamento dei vuoti intergranulari della miscela Open Grade e, quindi, le prestazioni finali della pavimentazione semi flessibile realizzata.

Per tale motivo l'Appaltatore sarà tenuto, con congruo anticipo rispetto all'inizio della lavorazione di intasamento, sottomettere alla Direzione Lavori uno studio contenente la scheda di rispondenza delle caratteristiche meccaniche della malta cementizia che intende utilizzare, che attesti i requisiti sopra indicati, e che analizzi le condizioni realizzative, operative e ambientali delle lavorazioni, sulla base delle quali ha effettuato la scelta della malta cementizia proposta. La scheda tecnica della malta cementizia dovrà altresì essere accompagnata dalle relative referenze nella realizzazione di pavimentazioni in asfalto-cemento in ambito aeroportuale.

3.2. MISCELA

La miscela deve avere una composizione granulometrica determinata in conformità con la UNI EN 13108-1 e UNI EN 12697-2. Si riporta qui di seguito una granulometria per uno strato open grade intasato a cemento.

La quantità di bitume di effettivo impiego, orientativamente compresa tra il 3,5 – 5,0 % sul peso degli inerti in relazione alla granulometria adottata, alla natura degli aggregati lapidei e dell'additivo minerale, deve essere determinata mediante lo studio della miscela. Dovrà essere comunque tale da soddisfare i requisiti prestazionali della miscela finale.

Tabella 8.5: fuso granulometrico strato di open grade intasato a cemento

Apertura maglia [mm]	Passante [%]
12,5	100÷100
8	40 ÷ 70
4	10 ÷ 15
2	4 ÷ 10
0,5	6 ÷ 8
0,25	4 ÷ 6
0,063	4 ÷ 6
Percentuale di bitume (%)	3,5 ÷ 5,0



3.2.1.1. REQUISITI PRESTAZIONALI DEL CONGLOMERATO BITUMINOSO

Il conglomerato bituminoso deve rispondere alle specifiche tecniche qui di seguito indicate; esse devono essere dichiarate nello studio di fattibilità presentato dall'Impresa per quanto attiene a campioni compattati in laboratorio provenienti da prelievi in corso d'opera di materiale sciolto (bocca finitrice o impianto di produzione).

3.2.1.1.1. STUDIO DI FATTIBILITÀ CON METODO MARSHALL

Le condizioni per il costipamento dei provini e i requisiti prescrittivi dovranno rispettare le disposizioni indicate in tabella 7.6:

Tabella 8.6: caratteristiche prestazionali strato di open grade– metodo Marshall

METODO MARSHALL – Costipamento UNI EN 12697-30			
Parametro	Unità di misura	Condizione di prova	
Temperatura	°C	60	
Modalità operativa	Colpi x faccia	75	
Requisito	Normativa	Unità di misura	Prescrizioni
Stabilità Marshall	UNI EN 12697-34	kN	> 4
Rigidezza Marshall	UNI EN 12697-34	kN/mm	≥ 1,3
Vuoti residui (*)	UNI EN 12697-8	%	25 - 30
Resistenza a trazione indiretta (**)	UNI EN 12697-23	MPa	> 0,25 – 0,40
Coefficiente di trazione indiretta		MPa	> 30

(*) I vuoti dovranno essere determinati secondo la norma UNI EN 13108-20 (Miscele Bituminose – Specifiche del materiale – Parte 20: Prove di tipo) e la UNI EN 12697-8 (Miscele bituminose – Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo – Parte 8: Determinazione delle caratteristiche dei vuoti di provini bituminosi).

(**) I provini derivanti dalla compattazione della miscela bituminosa con percentuale ottimale di bitume dovranno essere sottoposti a rottura diametrale a 25°C secondo la norma UNI EN 12697-23 (Miscele bituminose – Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo – Parte 23: determinazione della resistenza a trazione indiretta di provini bituminosi).

3.2.1.2. REQUISITI PRESTAZIONALI DELLO STRATO OPEN GRADE INTASATO A CEMENTO

I principali requisiti prestazionali della miscela sono riportati di seguito:

Tabella 8.7: caratteristiche prestazionali strato di open grade intasato a cemento

Caratteristiche	Normativa	Unità di misura	Valore
Resistenza alla compressione dopo 4 gg	UNI EN 12390	MPa	4 – 7
Resistenza alla compressione dopo 28 gg	UNI EN 12390	MPa	6 – 12
Resistenza alla Trazione Indiretta 4 gg	UNI EN 12390	MPa	0,6 – 1,4
Resistenza alla Trazione Indiretta 28 gg	UNI EN 12390	MPa	0,8 – 1,8
Modulo dinamico a 4 gg	UNI EN 12697-26	MPa	4000 – 8000
Modulo dinamico a 28 gg	UNI EN 12697-26	MPa	7000 – 13500





4. SEGNALETICA

4.1. SEGNALETICA INERENTE ALLA VIABILITÀ ESISTENTE

Per le zone non direttamente interessate dai lavori, ma in consegna, la segnaletica sia verticale che orizzontale dovrà essere mantenuta in efficienza a cura e spese dell'Appaltatore, che se ne assume la responsabilità della perfetta efficienza funzionale di ogni apparato segnaletico, sia singolo che complessivo.

4.2. SEGNALETICA INERENTE ALLA VIABILITÀ PROVVISORIA

Dovranno in ogni caso essere previste fasi di lavoro atte a garantire la continuità del traffico sia pubblico che privato; tutte le eventuali deviazioni provvisorie dovranno essere concordate con la D.L. per le successive approvazioni.

Ogni eventuale intervento dovrà essere preceduto da opportuni sopralluoghi con i tecnici della Polizia Municipale al fine di concordare in dettaglio i tempi, le larghezze ed il tracciato delle carreggiate e dei percorsi pedonali, le conseguenti segnalazioni verticali e orizzontali e quanto altro necessario.

L'Appaltatore oltre che all'elaborazione dell'eventuale progetto di viabilità provvisoria, da sottoporre alle approvazioni sopra citate, è tenuto a provvedere a sua cura e spese a tutte le sistemazioni superficiali provvisorie e definitive connesse con l'andamento dei lavori compresa la predisposizione di segnaletica orizzontale e verticale e l'assistenza per le opere murarie occorrenti all'AEM per l'installazione di eventuali impianti semaforici e d'illuminazione pubblica provvisori.

In tutte le fasi di lavoro dovrà essere consentito l'accesso alle proprietà private, anche con l'eventuale ausilio di passerelle pedonali ed impalcati di tipo stradale.

Resta precisata in ogni caso la totale responsabilità dell'Appaltatore sulla attivazione tempestiva e sistematica dei segnali luminosi e della manutenzione per la perfetta efficienza funzionale di ogni apparato segnaletico, sia singolo che complessivo.

L'adozione dei necessari dispositivi segnaletici in corso d'opera (coni, birilli, cavalletti, sbarramenti, recinzioni, cartelli, torce, fanali lampeggianti, ecc.) comporta sempre e inderogabilmente la conformità alle prescrizioni del Vigente Codice della Strada nonché della Vigilanza Urbana, a cura e per la responsabilità dell'Appaltatore.

4.3. SEGNALETICA DEFINITIVA

L'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spesa all'esecuzione della segnaletica verticale ed orizzontale sulle vie e piazze interessate dalla nuova sistemazione superficiale comprese le vie limitrofe coinvolte.



4.3.1. NORME TECNICHE PER SEGNALETICA STRADALE

I segnali dovranno rispettare le prescrizioni:

- del D.L. 30.4.92 n. 185 "NUOVO CODICE DELLA STRADA" e successive modificazioni;
- del D.P.R. 16.12.92 n. 495 Regolamento di esecuzione e di Attuazione del Nuovo Codice della Strada e successive modificazioni;
- dalle circolari e disciplinari del Ministero LL.PP. in materia.

Alle citate Circolari e Disciplinari si rimanda per quanto attiene colori, visibilità diurna e notturna, dimensioni e forme, installazioni, caratteristiche dei sostegni e supporti, coordinate colorimetriche, simboli, iscrizioni, riflettenza, eccetera. Per argomenti trattati da più circolari e Disciplinari ci si riferirà a quella più recente ed aggiornata.

Tutti i prodotti utilizzati per la segnaletica stradale orizzontale e verticale dovranno avere marchiatura CE. In particolare le caratteristiche dei prodotti utilizzati per la segnaletica orizzontale dovranno essere conformi a quanto previsto nelle norme UNI EN 1463-1 e UNI EN 1423; le caratteristiche dei prodotti utilizzati per la segnaletica verticale dovranno essere conformi a quanto previsto nella norma UNI EN 12899-1.

4.3.1.1. SEGNALETICA VERTICALE

1) Supporti

Saranno realizzati:

- a) in laminato di alluminio di spessore minimo di spessore minimo 25 mm scatolato (bordatura di irrigidimento su tutto il perimetro). Sul retro sarà munito di attacchi scanalati ove verranno alloggiate le staffe per l'applicazione sui sostegni. La faccia posteriore sarà verniciata in grigio neutro. I supporti di superficie superiore a 0,40 m² dovranno essere rinforzati posteriormente con profilati di alluminio scanalato di lunghezza pari a quella della targa ed in numero di due per il primo metro di altezza più una ogni metro o frazione di metro successivo. Nella scanalatura verranno alloggiate le relative staffe per l'applicazione sui sostegni. La facciata posteriore verrà verniciata in grigio neutro.
- b) in lega di alluminio estruso di spessore minimo 20 mm a moduli componibili per sovrapposizione.

Ogni modulo sarà realizzato con profilature lungo i bordi superiori ed inferiori opportunamente sagomate per consentire l'inserimento di uno o più elementi e di ottenere targhe di varie misure in un corpo unico ben saldo mediante appositi morsetti di fissaggio degli elementi medesimi. Sul retro di ogni elemento estruso sarà ricavata una profilatura a canale continuo che consenta di alloggiare e far scorrere i bulloni di serraggio delle staffe per l'ancoraggio della targa ai sostegni. Le targhe, da realizzarsi con sistema modulare, si potranno applicare su pali a sezione circolare. Le apposite profilature a canale continuo ricavate sul retro, consentiranno l'installazione su uno o su due sostegni.

Nel caso di più frecce sovrapposte il tutto verrà reso solidale mediante l'apposizione di appositi morsetti di fissaggio dei singoli elementi.



2) Accessori e trattamenti

I bulloni e i dadi saranno in acciaio inox e le staffe in acciaio inox o alluminio. I supporti di tutti i cartelli stradali, pannelli, ecc. costruiti con laminati di alluminio, dovranno essere verniciati sulla faccia posteriore (colore grigio neutro).

Il tipo di vernice e di tecnica per l'esecuzione della verniciatura, dovranno essere i più idonei e rispondenti al tipo di materiale in questione, esposto all'esterno agli agenti atmosferici. Sulla faccia anteriore (faccia a vista) del supporto verrà applicato il simbolo realizzato con pellicola rifrangente ad elevata efficienza luminosa per la quale si rimanda a quanto prescritto dal D.M. (Ministero LL.PP) del 23.6.90 (G.U. del 13.7.90) e dal D.P.R. 495 del 16.12.1992 di cui all'art. 2°.

3) Caratteristiche meccaniche e qualità dei sostegni

I sostegni dei segnali saranno dimensionati per resistere all'azione del vento ad una velocità di 36 m/s. Le fondazioni in conglomerato cementizio, saranno gettate in opera e dimensionate per gli sforzi derivanti dalla spinta sopra indicata. I sostegni a palo per i segnali verticali saranno costituiti da paline tubolari diametro 60 mm in acciaio C 40 spessore minimo 3 mm. Le paline in acciaio saranno zincate a caldo secondo le norme UNI vigenti (spessore della zincatura di almeno 80 µm).

La parte inferiore dei sostegni a palo sarà opportunamente trattata con protettivi anticorrosione e l'altezza dei supporti varierà in funzione del numero e delle dimensioni dei segnali. I pali dei sostegni tubolari saranno chiusi alla sommità con tappi in materiale plastico e avranno un foro alla base per il fissaggio del tondino di ancoraggio.

Il formato e le dimensioni dei segnali ed il loro posizionamento nell'infrastruttura stradale devono rispettare tutti i requisiti previsti dal nuovo codice della strada.

I segnali verticali (i supporti, gli elementi strutturali in alluminio, i sostegni materiali di carpenteria), saranno tali per composizione e lavorazione da consentire una durata pari a quella dei prodotti retroriflettenti impiegati (7 anni per i segnali in classe I e 10 anni per quelli in classe II).

Tutti gli elementi di segnaletica verticale dovranno recepire le prescrizioni previste dalla norma UNI EN 12899.

La percettibilità della segnaletica verticale è strettamente legata allo spazio di avvistamento d , alla velocità degli autoveicoli V e ad altri parametri dimensionali (altezze, distanza dal ciglio stradale, ecc.).

POSIZIONAMENTO DEI SEGNALE DI INDICAZIONE IN FUNZIONE DELLE VELOCITÀ

- Velocità (km/h): 50 - Spazio di avvistamento (m): 100
- Velocità (km/h): 70 - Spazio di avvistamento (m): 140
- Velocità (km/h): 90 - Spazio di avvistamento (m): 170
- Velocità (km/h): 110 - Spazio di avvistamento (m): 200
- Velocità (km/h): 130 - Spazio di avvistamento (m): 150

POSIZIONAMENTO DEI SEGNALE DI INDICAZIONE IN FUNZIONE DELLE VELOCITÀ - (Intersezioni con corsia di decelerazione)

- Velocità (km/h): 90 - Spazio di avvistamento (m): 30



- Velocità (km/h): 110 - Spazio di avvistamento (m): 40

- Velocità (km/h): 130 - Spazio di avvistamento (m): 50

POSIZIONAMENTO DEI SEGNALI DI INDICAZIONE IN FUNZIONE DELLE VELOCITÀ -

(Intersezioni senza corsia di decelerazione)

- Velocità (km/h): 50 - Spazio di avvistamento (m): 60

- Velocità (km/h): 70 - Spazio di avvistamento (m): 80

- Velocità (km/h): 90 - Spazio di avvistamento (m): 100

- Velocità (km/h): 110 - Spazio di avvistamento (m): 130

DIMENSIONAMENTO CARTELLI

I segnali stradali verticali da apporre sulle strade per segnalare agli utenti un pericolo, una prescrizione o una indicazione, devono avere, nella parte anteriore visibile dagli utenti, forma, dimensioni, colori e caratteristiche conformi alle norme del “Regolamento di esecuzione del Codice della Strada” approvato con D.P.R. del 16/12/1992 n. 495 e come modificato dal D.P.R. 16/09/1996 n. 610 - Decreto del Presidente della Repubblica 16 dicembre 1992, n. 495 e successive modificazioni e alle relative figure e tabelle.

Di seguito si riporta la tabella di dimensionamento dei cartelli prevista nel Regolamento; dovranno essere forniti e posati cartelli nella dimensione “normale”.

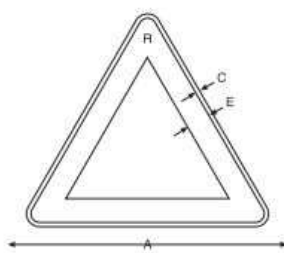


tabella 1 - TRIANGOLO

	A	C	E	R
piccolo	60	1	5,5	3
normale	90	1,5	8	4,5
grande	120	1,8	12	6

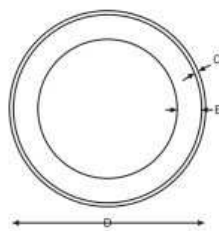


tabella 2 - CERCHIO (divieto)

	C	D	E
piccolo	0,8	40	5
normale	1	60	7,5
grande	1,5	90	11

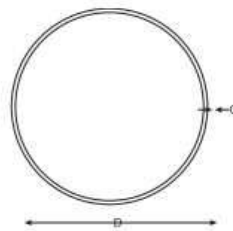


tabella 3 - CERCHIO (obbligo)

	C	D
piccolo	0,8	40
normale	1	60
grande	1,5	90

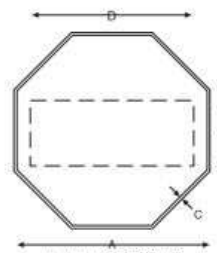


tabella 4 - OTTAGONO

	A	B	C	D
piccolo	60	20	2	50
normale	90	30	3	75
grande	120	40	4	100

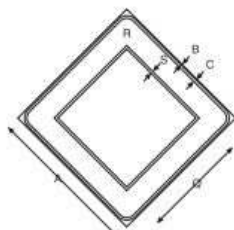


tabella 5 - QUADRATO
(disposto con diagonale verticale)

	A	B	C	R	S
piccolo	40	0,3	0,6	25	2,5
normale	60	0,5	1	40	3,5
grande	90	0,8	1,5	60	5

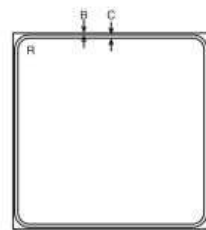


tabella 6 - QUADRATO

	A	B	C	R
piccolo	40	0,3	0,6	2,5
normale	60	0,5	1	3,5
grande	90	0,8	1,5	5,5

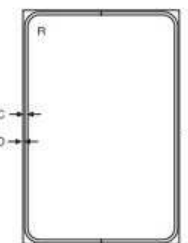


tabella 7 - RETTANGOLARE
(indicazione)

	A	B	C	D	R
ridotto	40	60	0,8	0,4	3
piccolo	60	90	1,2	0,6	4,5
normale	90	135	1,6	0,8	7
grande	135	200	2,6	1,3	10

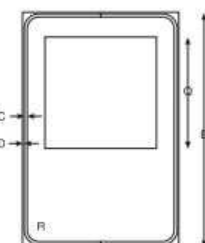


tabella 8 - RETTANGOLARE
(servizi)

	A	B	C	D	Q	R
piccolo	40	60	0,8	0,4	30	3
normale	60	90	1,2	0,6	45	4,5
grande	90	135	1,6	0,8	65	7

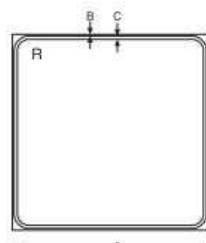


tabella 9 - PANNELLO INTEGRATIVO DI
SEGNALI QUADRATI O RETTANGOLARI

	A	B	C	R
ridotto	40	0,3	0,6	2,5
piccolo	60	0,5	1	3,5
normale	90	0,8	1,5	5,5
grande	135	1	2	8,5

nel caso di pannelli rettangolari l'altezza sarà 1/3 del lato maggiore.

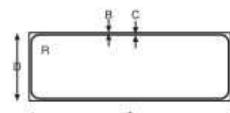


tabella 10 - PANNELLO INTEGRATIVO DI
SEGNALI TRIANGOLARI

	A	B	C	D	R
piccolo	53	0,3	0,6	18	2
normale	80	0,4	0,8	27	3
grande	105	0,5	1	35	4

nel caso di pannelli quadrati D=A

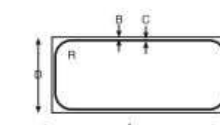


tabella 11 - PANNELLO INTEGRATIVO DI
SEGNALI CIRCOLARI

	A	B	C	D	R
piccolo	33	0,3	0,6	17	2
normale	50	0,4	0,8	25	3
grande	75	0,5	1	33	4

nel caso di pannelli quadrati D=A

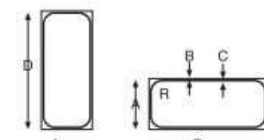


tabella 12 - PANNELLO INTEGRATIVO
MODELLO 5

	A	B	C	D	R
piccolo	10	0,2	0,4	25	2
normale	15	0,3	0,6	35	2,5
grande	25	0,4	0,8	50	3

4.3.1.2. SEGNALETICA ORIZZONTALE

1) Condizioni operative

I lavori di segnaletica non potranno essere eseguiti quando si verifichi anche una sola delle seguenti condizioni:



- a) umidità relativa superiore all'80%;
- b) temperatura inferiore ai +5°C;
- c) presenza sul manto stradale di neve, grandine e acque meteoriche.

In caso di contestazione faranno fede i dati rilevati dall'Ufficio Meteorico dell'Osservatorio di Brera. L'Appaltatore dovrà provvedere a suo carico alla preparazione del fondo stradale affinché lo stesso sia idoneo alla successiva posa del segno, compresa la completa cancellazione delle tracce di segni preesistenti. I procedimenti ed i prodotti impiegati non dovranno danneggiare il manto stradale.

2) Laminati plastici

- a) Tempo di essiccazione dell'adesivo

Il tempo di essiccazione dovrà essere non superiore a 60' con temperatura di 15° C +/- 2° C e umidità relativa 60% +/- 5%.

- b) Scivolosità

Il grado di scivolosità misurato con apparecchio SKID Tester non dovrà essere al di sotto del 60% di quello della pavimentazione non verniciata circostante; in ogni caso il valore assoluto non dovrà essere inferiore a 40.

- c) Stabilità dei colori

I colori dei segni non dovranno subire alterazioni nel tempo oltre i valori di seguito precisati:

1. la tonalità del bianco non dovrà variare al di sotto del valore 2/3 della scala ICI (BS 2663/1961) (Imperial Chemical Industries);
2. la tonalità del giallo dovrà essere compresa nella porzione di spazio del diagramma cromatico CIE (Commission Internationale dell'Eclairage) delimitata dalle coordinate fissate nella circolare 954 in data 20.12.1969 del Ministero LL.PP. In caso di contestazione saranno insindacabilmente accettati i risultati delle analisi fatte presso l'Istituto Elettrotecnico Galileo Ferraris di Torino.

Eventuale ritenzione di sporco anche dovuta a fenomeni elettrostatici verrà valutata come alterazione di colore.

- d) Resistenza ai lubrificanti ed agli agenti atmosferici

Le caratteristiche richieste ai prodotti non dovranno essere alterate dall'azione di lubrificanti, di agenti atmosferici ecc.

- e) Resistenza all'asportazione

Ogni segno sarà ritenuto efficiente quando non risulti asportata più del 20% della superficie del segno.

- f) Adesività

I segni dovranno conservare la loro perfetta adesione al manto e non si dovranno riscontrare deformazioni o slittamenti.

- g) Spessore

La lamina impiegata dovrà avere lo spessore di almeno 1,5 mm.

Tutta la segnaletica dovrà rispettare le prescrizioni contenute nella norma UNI EN 1436.

I segnali orizzontali dovranno essere garantiti per un periodo di tre anni dalla data di applicazione.



Luminanza:

Il fattore di luminanza Beta deve essere conforme alla tabella successiva per quanto riguarda la segnaletica orizzontale asciutta:

CLASSI DEL FATTORE DI LUMINANZA Beta PER SEGNALETICA ORIZZONTALE ASCIUTTA COLORE DEL SEGNALE ORIZZONTALE: BIANCO

Tipo di manto stradale: ASFALTO;

- Classe: B0 - Fattore minimo di luminanza Beta: Nessun requisito;
- Classe: B2 - Fattore minimo di luminanza Beta: $\text{Beta} \geq 0,30$;
- Classe: B3 - Fattore minimo di luminanza Beta: $\text{Beta} \geq 0,40$;
- Classe: B4 - Fattore minimo di luminanza Beta: $\text{Beta} \geq 0,50$;
- Classe: B5 - Fattore minimo di luminanza Beta: $\text{Beta} \geq 0,60$;

COLORE DEL SEGNALE ORIZZONTALE: GIALLO

- Classe: B0 - Fattore minimo di luminanza Beta: Nessun requisito;
- Classe: B1 - Fattore minimo di luminanza Beta: $\text{Beta} \geq 0,20$;
- Classe: B2 - Fattore minimo di luminanza Beta: $\text{Beta} \geq 0,30$;
- Classe: B3 - Fattore minimo di luminanza Beta: $\text{Beta} \geq 0,40$;

NOTE: La classe B0 si applica quando la visibilità di giorno si ottiene attraverso il valore del coefficiente di luminanza in condizioni di illuminazione diffusa Qd.

Le coordinate di cromaticità x, y per segnaletica orizzontale asciutta devono trovarsi all'interno delle regioni definite dai vertici forniti nella seguente tabella (UNI 1436):

VERTICI DELLE REGIONI DI CROMATICITÀ PER SEGNALETICA ORIZZONTALE

SEGNALETICA ORIZZONTALE: BIANCA

- Vertice 1: $X=0.355$ - $Y=0.355$;
- Vertice 2: $X=0.305$ - $Y=0.305$;
- Vertice 3: $X=0.285$ - $Y=0.325$;
- Vertice 4: $X=0.335$ - $Y=0.375$;

SEGNALETICA ORIZZONTALE: GIALLA (CLASSE Y1)

- Vertice 1: $X=0.443$ - $Y=0.399$;
- Vertice 2: $X=0.545$ - $Y=0.455$;
- Vertice 3: $X=0.465$ - $Y=0.535$;
- Vertice 4: $X=0.389$ - $Y=0.431$;

SEGNALETICA ORIZZONTALE: GIALLA (CLASSE Y2)

- Vertice 1: $X=0.494$ - $Y=0.427$;
- Vertice 2: $X=0.545$ - $Y=0.455$;
- Vertice 3: $X=0.465$ - $Y=0.535$;
- Vertice 4: $X=0.427$ - $Y=0.483$;



NOTE: Le classi Y1 e Y2 di segnaletica orizzontale gialla si riferiscono rispettivamente alla segnaletica orizzontale permanente

Derapaggio:

Qualità della resistenza al derapaggio (SRT) della superficie stradale bagnata misurata sulla base dell'attrito a bassa velocità esercitato da un cursore di gomma sulla superficie stessa, abbreviata nel seguito in SRT.

Livello minimo della prestazione:

Il valore della resistenza al derapaggio, espresso in unità SRT, deve essere conforme a quello specificato nella tabella successiva (UNI 1436). L'apparecchiatura di prova è costituita da un pendolo oscillante provvisto di un cursore di gomma all'estremità libera. Viene misurata la perdita di energia causata dall'attrito del cursore su una lunghezza specificata della superficie stradale.

Il risultato è espresso in unità SRT.

CLASSI DI RESISTENZA AL DERAPAGGIO

- Classe: S0 - Valore SRT minimo: Nessun requisito;
- Classe: S1 - Valore SRT minimo: S1 SRT ≥ 45 ;
- Classe: S2 - Valore SRT minimo: S1 SRT ≥ 50 ;
- Classe: S3 - Valore SRT minimo: S1 SRT ≥ 55 ;
- Classe: S4 - Valore SRT minimo: S1 SRT ≥ 60 ;
- Classe: S5 - Valore SRT minimo: S1 SRT ≥ 65 ;

Retroriflessione:

Rappresenta la riflessione espressa in valori, per gli utenti della strada, della segnaletica orizzontale bianca e gialla in condizioni di illuminazione con i proiettori dei veicoli.

Livello minimo della prestazione:

Per misurare la retroriflessione in condizioni di illuminazione con i proiettori dei veicoli si deve utilizzare il coefficiente di luminanza retroriflessa R L.

In condizioni di superficie stradale asciutta, la segnaletica orizzontale deve essere conforme alla tabella A, mentre, in condizioni di bagnato, deve essere conforme alla tabella B e, in condizioni di pioggia, alla tabella .

Nota: il coefficiente di luminanza retroriflessa rappresenta la luminosità di un segnale orizzontale come viene percepita dai conducenti degli autoveicoli in condizioni di illuminazione con i proiettori dei propri veicoli (UNI 1436).

TABELLA A - CLASSI DI R L PER SEGNALETICA ORIZZONTALE ASCIUTTA



Tipo e colore del segnale orizzontale: PERMANENTE BIANCO

- Classe: R0; Coeff. Min. di luminanza retroriflessa RL [$\text{mcd} \cdot (\text{m}^{-2}) \cdot (\text{lx}^{-1})$]: Nessun requisito;
- Classe: R2; Coeff. Min. di luminanza retroriflessa RL [$\text{mcd} \cdot (\text{m}^{-2}) \cdot (\text{lx}^{-1})$]: $\text{RL} \geq 100$;
- Classe: R4; Coeff. Min. di luminanza retroriflessa RL [$\text{mcd} \cdot (\text{m}^{-2}) \cdot (\text{lx}^{-1})$]: $\text{RL} \geq 200$;
- Classe: R5; Coeff. Min. di luminanza retroriflessa RL [$\text{mcd} \cdot (\text{m}^{-2}) \cdot (\text{lx}^{-1})$]: $\text{RL} \geq 300$;

Tipo e colore del segnale orizzontale: PERMANENTE GIALLO

- Classe: R0; Coeff. Min. di luminanza retroriflessa RL [$\text{mcd} \cdot (\text{m}^{-2}) \cdot (\text{lx}^{-1})$]: Nessun requisito;
- Classe: R1; Coeff. Min. di luminanza retroriflessa RL [$\text{mcd} \cdot (\text{m}^{-2}) \cdot (\text{lx}^{-1})$]: $\text{RL} \geq 80$;
- Classe: R3; Coeff. Min. di luminanza retroriflessa RL [$\text{mcd} \cdot (\text{m}^{-2}) \cdot (\text{lx}^{-1})$]: $\text{RL} \geq 150$;
- Classe: R5; Coeff. Min. di luminanza retroriflessa RL [$\text{mcd} \cdot (\text{m}^{-2}) \cdot (\text{lx}^{-1})$]: $\text{RL} \geq 200$;

Tipo e colore del segnale orizzontale: PROVVISORIO

- Classe: R0; Coeff. Min. di luminanza retroriflessa RL [$\text{mcd} \cdot (\text{m}^{-2}) \cdot (\text{lx}^{-1})$]: Nessun requisito;
- Classe: R3; Coeff. Min. di luminanza retroriflessa RL [$\text{mcd} \cdot (\text{m}^{-2}) \cdot (\text{lx}^{-1})$]: $\text{RL} \geq 150$;
- Classe: R5; Coeff. Min. di luminanza retroriflessa RL [$\text{mcd} \cdot (\text{m}^{-2}) \cdot (\text{lx}^{-1})$]: $\text{RL} \geq 300$;

NOTE: La classe R0 si applica quando la visibilità della segnaletica orizzontale è ottenuta senza

retroriflessione in condizioni di illuminazione con i proiettori dei veicoli.

TABELLA B - CLASSI DI R L PER SEGNALETICA ORIZZONTALE IN CONDIZIONI DI BAGNATO

CONDIZIONI DI BAGNATO: Come si presenta 1 min. dopo l'inondazione della superficie con acqua (*)

- Classe: RW0; Coeff. Min. di luminanza retroriflessa RL [$\text{mcd} \cdot (\text{m}^{-2}) \cdot (\text{lx}^{-1})$]: Nessun requisito;
- Classe: RW1; Coeff. Min. di luminanza retroriflessa RL [$\text{mcd} \cdot (\text{m}^{-2}) \cdot (\text{lx}^{-1})$]: $\text{RL} \geq 25$;
- Classe: RW2; Coeff. Min. di luminanza retroriflessa RL [$\text{mcd} \cdot (\text{m}^{-2}) \cdot (\text{lx}^{-1})$]: $\text{RL} \geq 35$;
- Classe: RW3; Coeff. Min. di luminanza retroriflessa RL [$\text{mcd} \cdot (\text{m}^{-2}) \cdot (\text{lx}^{-1})$]: $\text{RL} \geq 50$;

NOTE: La classe RW0 riguarda situazioni in cui questo tipo di retroriflessione non è richiesta per ragioni economiche o tecnologiche.

(*) Tale condizione di prova deve essere creata versando acqua chiara da un secchio di capacità pari a circa 10 l e da un'altezza di circa 0,5 m dalla superficie. L'acqua deve essere versata in modo uniforme lungo la superficie di prova in modo tale che l'area di misurazione e



l'area circostante siano temporaneamente sommerse da un'ondata d'acqua. Il coefficiente di luminanza retroriflessa R L in condizioni di bagnato deve essere misurato alle condizioni di prova 1 min dopo aver versato l'acqua.

TABELLA C - CLASSI DI R L PER SEGNALETICA ORIZZONTALE IN CONDIZIONI DI PIOGGIA

CONDIZIONI DI BAGNATO: Come si presenta dopo almeno 5 min. di esposizione durante una precipitazione uniforme di 20mm/h (**)

- Classe: RR0; Coeff. Min. di luminanza retroriflessa RL [$\text{mcd} \cdot (\text{m}^{-2}) \cdot (\text{lx}^{-1})$]: Nessun requisito;
- Classe: RR1; Coeff. Min. di luminanza retroriflessa RL [$\text{mcd} \cdot (\text{m}^{-2}) \cdot (\text{lx}^{-1})$]: $\text{RL} \geq 25$;
- Classe: RR2; Coeff. Min. di luminanza retroriflessa RL [$\text{mcd} \cdot (\text{m}^{-2}) \cdot (\text{lx}^{-1})$]: $\text{RL} \geq 35$;
- Classe: RR3; Coeff. Min. di luminanza retroriflessa RL [$\text{mcd} \cdot (\text{m}^{-2}) \cdot (\text{lx}^{-1})$]: $\text{RL} \geq 50$;

NOTE: La classe RR0 riguarda situazioni in cui questo tipo di retroriflessione non è richiesta per ragioni economiche o tecnologiche.

(**) Tali condizioni di prova devono essere create utilizzando acqua chiara e simulando una cascata senza foschia né nebbia di intensità media pari a (20 ± 2) mm/h su un'area due volte più larga del campione e non meno di 0,3 m e il 25% più lunga dell'area di misurazione. Lo scarto fra l'intensità minima e l'intensità massima della cascata non deve essere maggiore del rapporto di 1 a 1,7. Le misurazioni del coefficiente di luminanza retroriflessa R L in condizioni di pioggia devono essere effettuate dopo 5 min di pioggia continua e durante la precipitazione di quest'ultima.

Riflessione della luce:

Rappresenta la riflessione espressa in valori, per gli utenti della strada, della segnaletica orizzontale bianca e gialla in condizioni di luce diurna e di illuminazione artificiale.

Livello minimo della prestazione:

Per misurare la riflessione alla luce del giorno o in presenza di illuminazione stradale si deve utilizzare il coefficiente di luminanza in condizioni di illuminazione diffusa Qd.

La misurazione deve essere espressa in $\text{mcd} \cdot (\text{m}^{-2}) \cdot (\text{lx}^{-1})$.

In condizioni di superficie stradale asciutta, la segnaletica orizzontale deve essere conforme alla tabella successiva (UNI 1436). Il coefficiente di luminanza in condizioni di illuminazione diffusa rappresenta la luminosità di un segnale orizzontale come viene percepita dai conducenti degli autoveicoli alla luce del giorno tipica o media o in presenza di illuminazione stradale.

CLASSI DI Qd PER SEGNALETICA ORIZZONTALE ASCIUTTA COLORE DEL SEGNALE ORIZZONTALE: BIANCO



Tipo di manto stradale. ASFALTO

- Classe Q0; Coeff. di luminanza min. in condizioni di illuminazione diffusa Qd: Nessun requisito;
- Classe Q2; Coeff. di luminanza min. in condizioni di illuminazione diffusa Qd: $Qd \geq 100$;
- Classe Q3; Coeff. di luminanza min. in condizioni di illuminazione diffusa Qd: $Qd \geq 130$;

COLORE DEL SEGNALE ORIZZONTALE: GIALLO

- Classe Q0; Coeff. di luminanza min. in condizioni di illuminazione diffusa Qd: Nessun requisito;
- Classe Q1; Coeff. di luminanza min. in condizioni di illuminazione diffusa Qd: $Qd \geq 80$;
- Classe Q2; Coeff. di luminanza min. in condizioni di illuminazione diffusa Qd: $Qd \geq 100$;

NOTE: La classe Q0 si applica quando la visibilità diurna si ottiene attraverso il valore del fattore di luminanza Beta