



PROVINCIA DI PORDENONE

COMUNE DI CLAUT

S.R. n° 251 " della Val di Zoldo e Val Cellina"  
Tronco: Maniago-confine Bellunese

LAVORI DI CONSOLIDAMENTO DEL PONTE SUL TORRENTE  
CIMOLIANA AL KM 82+100 GRAVEMENTE INTERESSATO DAGLI  
EVENTI ALLUVIONALI DI NOVEMBRE 2000 IN COMUNE DI CLAUT (PN)  
INTERVENTI DI RIPRIISTINO DEI LUOGHI INTERESSATI DALLA VIABILITA'  
PROVVISORIA RELATIVA AI LAVORI DI CONSOLIDAMENTO DEL PONTE SUL  
TORRENTE CIMOLIANA AL KM 82+100

## PROGETTO ESECUTIVO

### IL PROGETTISTA:

STUDIO TECNICO ASSOCIATO APRILIS  
dott. ing. Nino Aprilis geom. Alessandro Zanin  
PORDENONE via Montereale,33 tel. 0434.360089 fax. 0434.367200  
mail - info@studioaprilis.com



### IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

STUDIO TECNICO ASSOCIATO APRILIS  
dott. ing. Nino Aprilis geom. Alessandro Zanin  
PORDENONE via Montereale,33 tel. 0434.360089 fax. 0434.367200  
mail - info@studioaprilis.com

### IL GRUPPO DI PROGETTAZIONE FVG STRADE DELLA PROGETTAZIONE:

dott. ing. Claudio Enrique Pastrovicchio  
dott. ing. Maurizio Cusin  
p.i. Davide Tremul

### COLLABORATORI:

ECOTEAM STUDIO ASSOCIATO  
dott. geologo Flavio Seriani  
dott. geologo Paola Parente  
dott. forestale Davide Pasut  
PORDENONE largo S.Giovanni 24  
tel . 0434/363508  
mail: ecoteamstudioassociato@tin.it

### IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

dott. ing. Sandro Didonè  
Ordine degli ingegneri di Trento, posizione 1191 sez. A

### VISTO: IL DIRIGENTE AREE PIANIFICAZIONE STRATEGICA E NUOVE COSTRUZIONI

dott. ing. Sandro Didonè

PROTOCOLLO

440

DATA

24/10/2013

## Capitolato speciale d'appalto Norme Tecniche

CUP: E57H13002810002  
PROGETTO AX: 000259  
CODIFICA:

0 0 0 2 5 9 PE

NOME FILE:

CAPITOLATO NORME TECNICHE.PDF

REVISIONE

SCALA

COD.ELAB.: R 1 1

A

1:xxx

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
00	EMISSIONE	24/10/13	Aprilis	SD	SD

## **QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI**

### Art. 1 - CONDIZIONI GENERALI DI ACCETTAZIONE - PROVE DI CONTROLLO

I materiali da impiegare per i lavori di cui all'appalto dovranno corrispondere, come caratteristiche, a quanto stabilito nelle leggi, nei regolamenti, nelle Norme armonizzate e vigenti in materia (anche se non espressamente richiamate nel presente Capitolato Speciale d'Appalto) e nei successivi punti descrittivi; in mancanza di particolari prescrizioni dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio e sul mercato.

I materiali utilizzati dovranno essere qualificati in conformità alla Direttiva Prodotti da Costruzione 89/106/CEE, recepita in Italia mediante il regolamento di attuazione DPR 246/93.

Qualora il materiale da utilizzare sia compreso nei prodotti coperti dalla predetta Direttiva, ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla Marcatura CE attestante la conformità all'Appendice ZA delle singole Norme armonizzate, secondo il sistema di attestazione previsto dalla normativa vigente.

In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione Lavori. I materiali anche quelli prodotti da processi di riciclaggio, saranno provenienti da località o cave che l'appaltatore riterrà di sua convenienza, purché corrispondano ai requisiti di cui sopra. Malgrado l'accettazione dei materiali da parte della Direzione Lavori, l'appaltatore resta totalmente responsabile della buona riuscita delle opere, anche per quanto può dipendere dai materiali stessi.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio. La Direzione Lavori potrà ordinarne la conservazione nei locali da essa indicati, previa apposizione di sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Appaltatore e nei modi più adatti a garantirne l'autenticità, l'integrità e la conservazione.

Gli studi di progetto, che accompagnano i materiali per le prove di verifica, corredati da una completa documentazione delle formulazioni effettuate devono essere presentati alla D.L. in originale e copia conforme, firmati dal responsabile dell'impresa.

Il rispetto delle formulazioni originali e/o delle loro modifiche, anche se indicate dal committente, non eliminano la responsabilità dell'Impresa nell'ottenimento in opera delle prestazioni previste per i singoli strati e per il lavoro complessivo.

La D.L. potrà comunque effettuare, in ogni momento a suo insindacabile giudizio, in cantiere di stesa ed in impianto, in relazione ai risultati su strada o sui campioni di laboratorio, in contraddittorio, prelievi, controlli, misure e verifiche sia sui singoli componenti della miscela che sul prodotto finito, sulle attrezzature di produzione, accessorie e di messa in opera: a seguito di questi controlli potranno intervenire in ogni momento sulle operazioni che non garantiscono i risultati richiesti.

### Art. 2 - CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

I materiali da impiegarsi nei lavori dovranno corrispondere ai requisiti fissati in seguito. La scelta di un tipo di materiale nei confronti di un altro o tra diversi tipi dello stesso materiale sarà fatta di volta in volta, in base a giudizio della Direzione Lavori, la quale,

per i materiali da acquistare si assicurerà che provengano da produttori di provata capacità e serietà.

### **Cementi**

Tutti i manufatti in c.a. e c.a.p. potranno essere eseguiti impiegando unicamente cementi provvisti di attestato di conformità CE che soddisfino i requisiti previsti dalla norma UNI EN 197-1:2006.

Qualora vi sia l'esigenza di eseguire getti massivi, al fine di limitare l'innalzamento della temperatura all'interno del getto in conseguenza della reazione di idratazione del cemento, sarà opportuno utilizzare cementi comuni a basso calore di idratazione contraddistinti dalla sigla LH contemplati dalla norma UNI EN 197-1:2006.

Se è prevista una classe di esposizione XA, secondo le indicazioni della norma UNI EN 206 e UNI 11104, conseguente ad un'aggressione di tipo solfatico o di dilavamento della calce, sarà necessario utilizzare cementi resistenti ai solfati o alle acque dilavanti in accordo con la UNI 9156 o la UNI 9606.

Per getti di calcestruzzo in sbarramenti di ritenuta di grandi dimensioni si dovranno utilizzare cementi di cui all'art. 1 lett C della legge 595 del 26 maggio 1965 o, al momento del recepimento nell'ordinamento italiano, cementi a bassissimo calore di idratazione VHL conformi alla norma UNI EN 14216.

### **Controlli sul cemento**

#### **Controllo della documentazione**

In cantiere o presso l'impianto di confezionamento del calcestruzzo è ammessa esclusivamente la fornitura di cementi di cui al punto 1.1.

Tutte le forniture di cemento devono essere accompagnate dall'attestato di conformità CE.

Le forniture effettuate da un intermediario, ad esempio un importatore, dovranno essere accompagnate dall'Attestato di Conformità CE rilasciato dal produttore di cemento e completato con i riferimenti ai DDT dei lotti consegnati dallo stesso intermediario.

Il Direttore dei Lavori è tenuto a verificare periodicamente quanto sopra indicato, in particolare la corrispondenza del cemento consegnato, come rilevabile dalla documentazione anzidetta, con quello previsto nel Capitolato Speciale di Appalto e nella documentazione o elaborati tecnici specifici.

Nel caso di getti in calcestruzzo per sbarramenti di ritenuta, le disposizioni del presente articolo si applicano assumendo, in luogo dell'Attestato di Conformità CE, una attestazione di conformità all'art. 1 lett. c della legge 595 del 26 maggio 1965 rilasciata dal produttore di cemento.

#### **Controllo di accettazione**

Il Direttore dei Lavori potrà richiedere controlli di accettazione sul cemento in arrivo in cantiere nel caso che il calcestruzzo sia prodotto da impianto di confezionamento installato nel cantiere stesso.

Il prelievo del cemento dovrà avvenire al momento della consegna in conformità alla norma UNI EN 196-7.

L'impresa dovrà assicurarsi, prima del campionamento, che il sacco da cui si effettua il prelievo sia in perfetto stato di conservazione o, alternativamente, che l'autobotte sia ancora munita di sigilli; è obbligatorio che il campionamento sia effettuato in contraddittorio con un rappresentante del produttore di cemento.

Il controllo di accettazione di norma potrà avvenire indicativamente ogni 5.000 tonnellate di cemento consegnato.

Il campione di cemento prelevato sarà suddiviso in almeno tre parti di cui una verrà inviata ad un Laboratorio Ufficiale di cui all'art 59 del D.P.R. n° 380/2001 scelto dalla Direzione Lavori, un'altra è a disposizione dell'impresa e la terza rimarrà custodita, in un contenitore sigillato, per eventuali controprove.

### **Aggiunte**

Per le aggiunte di tipo I si farà riferimento alla norma UNI EN 12620.

Per le aggiunte di tipo II si farà riferimento alla UNI 11104 punto 4.2 e alla UNI EN 206-1 punto 5.1.6 e punto 5.2.5.

La conformità delle aggiunte alle relative norme dovrà essere dimostrata in fase di verifica preliminare delle miscele (controllo di conformità) e, in seguito, ogni qualvolta la D.L. ne faccia richiesta.

### **Ceneri volanti**

Le ceneri provenienti dalla combustione del carbone, ai fini dell'utilizzazione nel calcestruzzo come aggiunte di tipo II, devono essere conformi alla UNI EN 450 e provviste di marcatura CE in ottemperanza alle disposizioni legislative in materia di norma armonizzata. Le ceneri non conformi alla UNI EN 450, ma conformi alla UNI EN 12620 possono essere utilizzate nel calcestruzzo come aggregato.

Ai fini del calcolo del rapporto a/c equivalente il coefficiente k per le ceneri conformi alla UNI-EN 450, definito al punto 5.2.5.2 della UNI-EN 206-1 verrà desunto in accordo al prospetto 3 della UNI 11104, qui di seguito riportato per comodità.

**Tab. 1.1** - Valori del coefficiente k per ceneri volanti conformi alla UNI EN 450 (prospetto 3, UNI 11104)

<b>Tipo di cemento</b>	<b>Classi di resistenza</b>	<b>Valori di k</b>
CEM I	32.5 N, R	0.2
	42.5 N, R	
CEM IIA	52.5 N, R	0.4
	32.5 N, R	
CEM IIIA	42.5 N, R	0.2
	32.5 N, R	
CEM IVA	42.5 N, R	0.2
	32.5 N, R	
CEM VA	42.5 N, R	0.2
	32.5 N, R	

### **Fumo di silice**

I fumi di silice provenienti dalle industrie che producono il silicio metallico e le leghe ferro-silicio, ai fini dell'utilizzazione nel calcestruzzo come aggiunte di tipo II, devono essere conformi alla UNI EN 13263 parte 1 e 2 e provviste di marcatura CE in ottemperanza alle disposizioni legislative in materia di norma armonizzata.

Il fumo di silice può essere utilizzato allo stato naturale (in polvere così come ottenuto all'arco elettrico), come sospensione liquida ("slurry") di particelle con contenuto secco del 50% in massa oppure in sacchi di premiscelato contenenti fumo di silice e additivo superfluidificante. Se impiegato in forma di slurry il quantitativo di acqua apportato dalla sospensione contenente fumo di silice dovrà essere tenuto in conto nel calcolo del rapporto acqua/cemento equivalente (paragrafo 2.3).

In deroga a quanto riportato al punto 5.2.5.2.3 della norma UNI EN 206 la quantità massima di fumo di silice che può essere considerata agli effetti del rapporto acqua/cemento equivalente e del contenuto di cemento deve soddisfare il requisito: fumo di silice  $\leq 7\%$  rispetto alla massa di cemento.

Se la quantità di fumi di silice che viene utilizzata è maggiore, l'eccesso non deve essere considerato agli effetti del concetto del valore k.

Ai fini del calcolo del rapporto a/c equivalente il coefficiente k verrà desunto dal prospetto seguente che deve intendersi generalmente riferito a fumi di silice utilizzati nel confezionamento di calcestruzzi impiegando esclusivamente con cementi tipo I e CEM II-A di classe 42,5 e 42,5R conformi alla UNI EN 197-1:

- per un rapporto acqua/cemento prescritto  $\leq 0,45$  k = 2,0
- per un rapporto acqua/cemento prescritto  $> 0,45$  k = 2,0 eccetto k = 1,0 per le classi di esposizione XC e XF

La quantità (cemento + k \* quantità fumo di silice) non deve essere minore del dosaggio minimo di cemento richiesto ai fini della durabilità in funzione della classe (delle classi) di esposizione ambientale in cui la struttura ricade.

L'impiego di fumo di silice con cementi diversi da quelli sopramenzionati è subordinato all'approvazione preliminare della D.L.

### **Aggregati**

Gli aggregati utilizzabili, ai fini del confezionamento del calcestruzzo, debbono possedere marcatura CE secondo D.P.R. 246/93 e successivi decreti attuativi.

Gli aggregati debbono essere conformi ai requisiti della normativa UNI EN 12620 e UNI 8520-2 con i relativi riferimenti alla destinazione d'uso del calcestruzzo.

La massa volumica media del granulo in condizioni s.s.a. (saturo a superficie asciutta) deve essere pari o superiore a 2300 kg/m<sup>3</sup>. A questa prescrizione si potrà derogare solo in casi di comprovata impossibilità di approvvigionamento locale, purché si continui a rispettare le prescrizioni in termini di resistenza caratteristica a compressione e di durabilità specificati nel paragrafo 2.8. Per opere caratterizzate da un elevato rapporto superficie/volume, laddove assume un'importanza predominante la minimizzazione del ritiro igrometrico del calcestruzzo, occorrerà preliminarmente verificare che l'impiego di aggregati di minore massa volumica non determini un incremento del ritiro rispetto ad un analogo conglomerato confezionato con aggregati di massa volumica media maggiore di 2300 Kg/m<sup>3</sup>. Per i calcestruzzi con classe di resistenza caratteristica a compressione maggiore di C50/60 preferibilmente dovranno essere utilizzati aggregati di massa volumica maggiore di 2600 kg/m<sup>3</sup>.

Gli aggregati dovranno rispettare i requisiti minimi imposti dalla norma UNI 8520 parte 2 relativamente al contenuto di sostanze nocive. In particolare:

- il contenuto di solfati solubili in acido (espressi come SO<sub>3</sub> da determinarsi con la procedura prevista dalla UNI-EN 1744-1 punto 12) dovrà risultare inferiore allo 0.2% sulla massa dell'aggregato indipendentemente se l'aggregato è grosso oppure fine (aggregati con classe di contenuto di solfati AS<sub>0,2</sub>);
- il contenuto totale di zolfo (da determinarsi con UNI-EN 1744-1 punto 11) dovrà risultare inferiore allo 0.1%;
- non dovranno contenere forme di silice amorfa alcali-reattiva o in alternativa dovranno evidenziare espansioni su prismi di malta, valutate con la prova accelerata e/o con la prova a lungo termine in accordo alla metodologia prevista dalla UNI 8520-22, inferiori ai valori massimi riportati nel prospetto 6 della UNI 8520 parte 2.

## Aggregati di riciclo

In attesa di specifiche normative sugli aggregati di riciclo è consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo i limiti di cui alla Tabella che segue, a condizione che il calcestruzzo possieda i requisiti reologici, meccanici e di durabilità di cui al paragrafo 2.3. Per tali aggregati, le prove di controllo di produzione in fabbrica saranno effettuate secondo i prospetti H1, H2 ed H3 dell'annesso ZA della norma UNI EN 12620; per le parti rilevanti, devono essere effettuate ogni 100 ton di aggregato prodotto e, comunque, negli impianti di riciclo, per ogni giorno di produzione.

Tab. 1.2 – Percentuali di impiego di aggregati di riciclo (D.M. 14/01/2008)

Origine del materiale da riciclo	Rck [MPa]	Percentuale di impiego
Demolizioni di edifici (macerie)	< 15	fino al 100%
Demolizioni di solo cls e c.a.	≤ 35	≤ 30%
	≤ 25	fino al 60%
Riutilizzo interno negli stabilimenti di prefabbricazione qualificati	≤ 55	fino al 5%

Al fine di individuare i requisiti chimico-fisici aggiuntivi rispetto a quelli fissati per gli aggregati naturali, che gli aggregati riciclati devono rispettare, in funzione della destinazione finale del calcestruzzo e delle sue proprietà prestazionali, occorrerà fare specifico riferimento alla UNI 8520 parti 1 e 2.

## Acqua di impasto

Per la produzione del calcestruzzo dovranno essere impiegate le acque potabili e quelle di riciclo conformi alla UNI EN 1008:2003.

## Additivi

Gli additivi per la produzione del calcestruzzo devono possedere la marcatura CE ed essere conformi, in relazione alla particolare categoria di prodotto cui essi appartengono, ai requisiti imposti dai rispettivi prospetti della norma UNI EN 934 (parti 2, 3, 4, 5). Per gli altri additivi che non rientrano nelle classificazioni della norma si dovrà verificarne l'idoneità all'impiego in funzione dell'applicazione e delle proprietà richieste per il calcestruzzo. E' onere del produttore di calcestruzzo verificare preliminarmente i dosaggi ottimali di additivo per conseguire le prestazioni reologiche e meccaniche richieste oltre che per valutare eventuali effetti indesiderati. Per la produzione degli impasti, si consiglia l'impiego costante di additivi fluidificanti/riduttori di acqua o superfluidificanti/riduttori di acqua ad alta efficacia per limitare il contenuto di acqua di impasto, migliorare la stabilità dimensionale del calcestruzzo e la durabilità dei getti. Nel periodo estivo si consiglia di impiegare specifici additivi capaci di mantenere una prolungata lavorabilità del calcestruzzo in funzione dei tempi di trasporto e di getto.

Per le riprese di getto si potrà far ricorso all'utilizzo di ritardanti di presa e degli adesivi per riprese di getto.

Nel periodo invernale al fine di evitare i danni derivanti dalla azione del gelo, in condizioni di maturazione al di sotto dei 5°C, si farà ricorso, oltre che agli additivi

superfluidificanti, all'utilizzo di additivi acceleranti di presa e di indurimento privi di cloruri.

Per i getti sottoposti all'azione del gelo e del disgelo, si farà ricorso all'impiego di additivi aeranti come prescritto dalle normative UNI EN 206 e UNI 11104.

Di seguito viene proposto uno schema riassuntivo per le varie classi di additivo in funzione delle classi di esposizione

**Tab. 1.3** – *Classi di additivo in funzione delle classi di esposizione*

	<b>Rck min</b>	<b>a/c max</b>	<b>WR/SF*</b>	<b>AE*</b>	<b>HE*</b>	<b>SRA*</b>	<b>IC*</b>
X0	15	0,60					
XC1 XC2	30	0,60	X				
XF1	40	0,50	X		X	X	
XF2	30	0,50	X	X	X	X	X
XF3	30	0,50	X	X	X	X	
XF4	35	0,45	X	X	X	X	X
XA1 XC3 XD1	35	0,55	X			X	X
XS1 XC4 XA2 XD2	40	0,50	X			X	X
XS2 XS3 XA3 XD3	45	0,45	X			X	X

\* WR/SF: fluidificanti/superfluidificanti, AE: Aeranti, HE: Acceleranti (solo in condizioni climatiche invernali), SRA: additivi riduttori di ritiro, IC: inibitori di corrosione.

## Acciaio

L'acciaio da cemento armato ordinario comprende:

- barre d'acciaio tipo B450C ( $6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 50 \text{ mm}$ ), rotoli tipo B450C ( $6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 16 \text{ mm}$ );
- prodotti raddrizzati ottenuti da rotoli con diametri  $\leq 16 \text{ mm}$  per il tipo B450C;
- reti elettrosaldate ( $6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 12 \text{ mm}$ ) tipo B450C;
- tralici elettrosaldati ( $6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 12 \text{ mm}$ ) tipo B450C;

Ognuno di questi prodotti deve rispondere alle caratteristiche richieste dalle Norme Tecniche per le Costruzioni, D.M.14-09-2005, che specifica le caratteristiche tecniche che devono essere verificate, i metodi di prova, le condizioni di prova e il sistema per l'attestazione di conformità per gli acciai destinati alle costruzioni in cemento armato che ricadono sotto la Direttiva Prodotti CPD (89/106/CE).

L'acciaio deve essere qualificato all'origine, deve portare impresso, come prescritto dalle suddette norme, il marchio indelebile che lo renda costantemente riconoscibile e riconducibile inequivocabilmente allo stabilimento di produzione.

## **Requisiti**

### *Saldabilità e composizione chimica*

La composizione chimica deve essere in accordo con quanto specificato nella tabella seguente:

**Tab. 1.4** – *Valori max di composizione chimica secondo D.M. 14/01/2008*

<b>Tipo di Analisi</b>	<b>CARBONIO<sup>a</sup></b> %	<b>ZOLFO</b> %	<b>FOSFORO</b> %	<b>AZOTO<sup>b</sup></b> %	<b>RAME</b> %	<b>CARBONIO EQUIVALENTE<sup>a</sup></b> %

Analisi su colata	0,22	0,050	0,050	0,012	0,80	0,50
Analisi su prodotto	0,24	0,055	0,055	0,014	0,85	0,52

**a** = è permesso superare il valore massimo di carbonio per massa nel caso in cui il valore equivalente del carbonio venga diminuito dello 0,02% per massa.  
**b** = Sono permessi valori superiori di azoto se sono presenti quantità sufficienti di elementi che fissano l'azoto.

### Proprietà meccaniche

Le proprietà meccaniche devono essere in accordo con quanto specificato nelle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008).

**Tab. 1.5** – Proprietà meccaniche secondo il D.M. 14/01/2008

Proprietà	Valore caratteristico
$f_y$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\geq 450 \alpha$
$f_t$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\geq 540 \alpha$
$f_t/f_y$	$\geq 1,13 \beta$
$A_{gt}$ (%)	$\leq 1,35 \beta$
$f_y/f_{y,nom}$	$\geq 7,0 \beta$
	$\leq 1,25 \beta$

$\alpha$  valore caratteristico con  $p = 0,95$   
 $\beta$  valore caratteristico con  $p = 0,90$

### Prova di piega e raddrizzamento

In accordo con quanto specificato nel D.M. 14/01/2008, è richiesto il rispetto dei limiti seguenti.

**Tab.1.7** – Diametri del mandrino ammessi per la prova di piega e raddrizzamento

Diametro nominale (d) mm	Diametro massimo del mandrino
$\emptyset < 12$	4d
$12 \leq \emptyset \leq 16$	5d
$16 < \emptyset \leq 25$	8 d
$25 < \emptyset \leq 50$	10 d

### Resistenza a fatica in campo elastico

Le proprietà di resistenza a fatica garantiscono l'integrità dell'acciaio sottoposto a sollecitazioni ripetute nel tempo.

La proprietà di resistenza a fatica deve essere determinata secondo UNI EN 15630.

Il valore della tensione  $\sigma_{max}$  sarà 270 N/mm<sup>2</sup> (0,6  $f_{y,nom}$ ). L'intervallo delle tensioni,  $2\sigma$  deve essere pari a 150 N/mm<sup>2</sup> per le barre diritte o ottenute da rotolo e 100 N/mm<sup>2</sup> per le reti elettrosaldate. Il campione deve sopportare un numero di cicli pari a  $2 \times 10^6$ .

### Resistenza a carico ciclico in campo plastico

Le proprietà di resistenza a carico ciclico garantiscono l'integrità dell'acciaio sottoposto a sollecitazioni particolarmente gravose o eventi straordinari (es. urti, sisma etc..).

La proprietà di resistenza al carico ciclico deve essere determinata sottoponendo il campione a tre cicli completi di isteresi simmetrica con una frequenza da 1 a 3 Hz e con lunghezza libera entro gli afferraggi e con deformazione massima di trazione e compressione seguente:

**Tab. 1.8** – Prova carico ciclico in relazione al diametro

Diametro nominale (mm)	Lunghezza libera	Deformazione (%)
$d \leq 16$	5 d	$\pm 4$
$16 < 25$	10 d	$\pm 2,5$
$25 \leq d$	15 d	$\pm 1,5$

La prova è superata se non avviene la rottura totale o parziale del campione causata da fessurazioni sulla sezione trasversale visibili ad occhio nudo.

#### *Diametri e sezioni equivalenti*

Il valore del diametro nominale deve essere concordato all'atto dell'ordine. Le tolleranze devono essere in accordo con il D.M. 14/01/2008.

**Tab. 1.9** – Diametri nominali e tolleranze

Diametro nominale (mm)	Da 6 a $\leq 8$	Da $> 8$ a $\leq 50$
Tolleranza in % sulla sezione	$\pm 6$	$\pm 4,5$

#### *Aderenza e geometria superficiale*

I prodotti devono avere una superficie nervata in accordo con il D.M. 14/01/2008. L'indice di aderenza  $I_r$  deve essere misurato in accordo a quanto riportato nel paragrafo 11.2.2.10.4 del D.M. 14/01/2008. I prodotti devono aver superato le prove di Beam Test effettuate presso un Laboratorio Ufficiale (Legge 1086).

**Tab. 1.10** – Valori dell'indice  $I_r$  in funzione del diametro

Diametro nominale (mm)	$I_r$
$5 \leq \emptyset \leq 6$	$\geq 0.048$
$6 < \emptyset \leq 8$	$\geq 0.055$
$8 < \emptyset \leq 12$	$\geq 0.060$
$\emptyset > 12$	$\geq 0.065$

### **Controlli sull'acciaio**

#### *Controllo della documentazione*

In cantiere è ammessa esclusivamente la fornitura e l'impiego di acciai B450C saldabili e ad aderenza migliorata, qualificati secondo le procedure indicate nel D.M. 14/01/2008 al punto 11.2.1 e controllati con le modalità riportate nei punti 11.2.2.10 e 11.2.3.5 del citato decreto.

Tutte le forniture di acciaio devono essere accompagnate dell' "Attestato di Qualificazione" rilasciato dal Consiglio Superiore dei LL.PP. - Servizio Tecnico Centrale.

Per i prodotti provenienti dai Centri di trasformazione è necessaria la documentazione che assicuri che le lavorazioni effettuate non hanno alterato le caratteristiche meccaniche e geometriche dei prodotti previste dal D.M. 14/01/2008.

Inoltre può essere richiesta la seguente documentazione aggiuntiva :

certificato di collaudo tipo 3.1 in conformità alla norma UNI EN 10204;

certificato Sistema Gestione Qualità UNI EN ISO 9001;

certificato Sistema Gestione Ambientale UNI EN ISO 14001;  
dichiarazione di conformità al controllo radiometrico (può essere inserito nel certificato di collaudo tipo 3.1);  
polizza assicurativa per danni derivanti dal prodotto.

Le forniture effettuate da un commerciante o da un trasformatore intermedio dovranno essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante o trasformatore intermedio. In quest'ultimo caso per gli elementi presaldati, presagomati o preassemblati in aggiunta agli "Attestati di Qualificazione" dovranno essere consegnati i certificati delle prove fatte eseguire dal Direttore del Centro di Trasformazione. Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore intermedio devono essere dotati di una specifica marcatura che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso, in aggiunta alla marcatura del prodotto di origine.

Il Direttore dei Lavori prima della messa in opera è tenuto a verificare quanto sopra indicato; in particolare dovrà provvedere a verificare la rispondenza tra la marcatura riportata sull'acciaio con quella riportata sui certificati consegnati. La mancata marcatura, la non corrispondenza a quanto depositato o la sua illeggibilità, anche parziale, rendono il prodotto non impiegabile e pertanto le forniture dovranno essere rifiutate.

#### *Controllo di accettazione*

Il Direttore dei Lavori è obbligato ad eseguire i controlli di accettazione sull'acciaio consegnato in cantiere, in conformità con le indicazioni contenute nel D.M. 14/01/2008 al punto 11.2.2.10.3.

Il campionamento ed il controllo di accettazione dovrà essere effettuato entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale.

All'interno di ciascuna fornitura consegnata e per ogni diametro delle barre in essa contenuta, si dovrà procedere al campionamento di tre spezzoni di acciaio di lunghezza complessiva pari a 100 cm ciascuno, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario i controlli devono essere estesi agli altri diametri delle forniture presenti in cantiere.

Non saranno accettati fasci di acciaio contenenti barre di differente marcatura.

Il prelievo dei campioni in cantiere e la consegna al Laboratorio Ufficiale incaricato dei controlli verrà effettuato dal Direttore dei Lavori o da un tecnico da lui delegato; la consegna delle barre di acciaio campionate, identificate mediante sigle o etichettature indelebili, dovrà essere accompagnata da una richiesta di prove sottoscritta dal Direttore dei Lavori.

La domanda di prove al Laboratorio Ufficiale dovrà essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori e dovrà inoltre contenere precise indicazioni sulla tipologia di opera da realizzare (pilastro, trave, muro di sostegno, fondazioni, strutture in elevazione ecc...).

Il controllo del materiale, eseguito in conformità alle prescrizioni del punto 11.2.2.3 di cui al precedente Decreto, riguarderà le proprietà meccaniche di resistenza e di allungamento.

**Tab. 1.11** – Valori limite per prove acciaio

<b>Caratteristica</b>	<b>Valore Limite</b>	<b>Note</b>
<i>f<sub>y</sub> minimo</i>	425 N/mm <sup>2</sup>	(450 – 25) N/mm <sup>2</sup>
<i>f<sub>y</sub> massimo</i>	572 N/mm <sup>2</sup>	[450x(1.25+0.02)] N/mm <sup>2</sup>

<i>Agt minimo</i>	$\geq 5.0\%$	<i>Per acciai laminati a caldo</i>
<i>Rottura/snervamento</i>	$1.11 < ft/fy < 1.37$	<i>Per acciai laminati a caldo</i>
<i>Piegamento/raddrizzamento</i>	assenza di cricche	<i>Per tutti</i>

Qualora la determinazione del valore di una quantità fissata in termini di valore caratteristico crei una controversia, il valore dovrà essere verificato prelevando e provando tre provini da prodotti diversi nel lotto consegnato.

Se un risultato è minore del valore caratteristico prescritto, sia il provino che il metodo di prova devono essere esaminati attentamente. Se nel provino è presente un difetto o si ha ragione di credere che si sia verificato un errore durante la prova, il risultato della prova stessa deve essere ignorato. In questo caso occorrerà prelevare un ulteriore (singolo) provino.

Se i tre risultati validi della prova sono maggiori o uguali del prescritto valore caratteristico, il lotto consegnato deve essere considerato conforme.

Se i criteri sopra riportati non sono soddisfatti, dieci ulteriori provini devono essere prelevati da prodotti diversi del lotto in presenza del produttore o suo rappresentante che potrà anche assistere all'esecuzione delle prove presso un laboratorio di cui all'art.59 del D.P.R. n.380/2001.

Il lotto deve essere considerato conforme se la media dei risultati sui 10 ulteriori provini è maggiore del valore caratteristico e i singoli valori sono compresi tra il valore minimo e il valore massimo secondo quanto sopra riportato. In caso contrario il lotto deve essere respinto.

Qualora all'interno della fornitura siano contenute anche reti elettrosaldate, il controllo di accettazione dovrà essere esteso anche a questi elementi. In particolare, a partire da tre differenti reti elettrosaldate verranno prelevati 3 campioni di dimensioni 100\*100 cm.

Il controllo di accettazione riguarderà la prova di trazione su uno spezzone di filo comprendente almeno un nodo saldato, per la determinazione della tensione di rottura, della tensione di snervamento e dell'allungamento; inoltre, dovrà essere effettuata la prova di resistenza al distacco offerta dalla saldatura del nodo.

I controlli in cantiere sono facoltativi quando il prodotto utilizzato proviene da un Centro di trasformazione o luogo di lavorazione delle barre, nel quale sono stati effettuati tutti i controlli descritti in precedenza. In quest'ultimo caso, la spedizione del materiale deve essere accompagnata dalla certificazione attestante l'esecuzione delle prove di cui sopra.

Resta nella discrezionalità del Direttore dei Lavori effettuare tutti gli eventuali ulteriori controlli ritenuti opportuni (es. indice di aderenza, saldabilità).

#### **Lavorazioni in cantiere - Raggi minimi di curvatura**

Il diametro minimo di piegatura deve essere tale da evitare fessure nella barra dovute alla piegatura e rottura del calcestruzzo nell'interno della piegatura.

Per definire i valori minimi da adottare ci si riferisce alle prescrizioni contenute nell'Eurocodice 2 paragrafo 8.3 "Diametri ammissibili dei mandrini per barre piegate"; in particolare si ha:

**Tab. 1.12 – Diametri ammissibili dei mandrini per barre piegate**

<b>Diametro barra</b>	<b>Diametro minimo del mandrino per piegature, uncini e ganci</b>
$\phi \leq 16 \text{ mm}$	$4 \phi$

### **Deposito e conservazione in cantiere**

Alla consegna in cantiere, l'Impresa appaltatrice avrà cura di depositare l'acciaio in luoghi protetti dagli agenti atmosferici. In particolare, per quei cantieri posti ad una distanza inferiore a 2 Km dal mare, le barre di armatura dovranno essere protette con appositi teli dall'azione dell'aerosol marino.

### **Caratteristiche del calcestruzzo allo stato fresco e indurito**

#### **Le classi di resistenza**

Si fa riferimento alle Norme Tecniche per le Costruzioni del 14/01/2008. In particolare, relativamente alla resistenza caratteristica convenzionale a compressione il calcestruzzo verrà individuato mediante la simbologia C (X/Y) dove X è la resistenza caratteristica a compressione misurata su provini cilindrici (fck) con rapporto altezza/diametro pari a 2 ed Y è la resistenza caratteristica a compressione valutata su provini cubici di lato 150 mm (Rck).

#### **Reologia degli impasti e granulometria degli aggregati**

Per il confezionamento del calcestruzzo dovranno essere impiegati aggregati appartenenti a non meno di due classi granulometriche diverse. La percentuale di impiego di ogni singola classe granulometrica verrà stabilita dal produttore con l'obiettivo di conseguire i requisiti di lavorabilità e di resistenza alla segregazione di cui ai paragrafi 2.4 e 2.5 che seguono. La curva granulometrica ottenuta dalla combinazione degli aggregati disponibili, inoltre, sarà quella capace di soddisfare le esigenze di posa in opera richieste dall'impresa (ad esempio, pompabilità), e quelle di resistenza meccanica a compressione e di durabilità richieste per il conglomerato.

La dimensione massima dell'aggregato dovrà essere non maggiore di  $\frac{1}{4}$  della sezione minima dell'elemento da realizzare, dell'interfero ridotto di 5 mm, dello spessore del copri ferro aumentato del 30% (in accordo anche con quanto stabilito dagli Eurocodici).

#### **Rapporto acqua/cemento**

Il quantitativo di acqua efficace da prendere in considerazione nel calcolo del rapporto a/c equivalente è quello realmente a disposizione dell'impasto, dato dalla somma di:

(aaggr) => quantitativo di acqua ceduto o sottratto dall'aggregato se caratterizzato rispettivamente da un tenore di umidità maggiore o minore dell'assorbimento (tenore di umidità che individua la condizione di saturo a superficie asciutta);

(aadd) => aliquota di acqua introdotta tramite gli additivi liquidi (se utilizzati in misura superiore a 3 l/m<sup>3</sup>) o le aggiunte minerali in forma di slurry;

(agh) => aliquota di acqua introdotta tramite l'utilizzo di chips di ghiaccio;

(am) => aliquota di acqua introdotta nel mescolatore/betoniera;

ottenendo la formula:

$$a_{eff} = a_m + a_{agg} + a_{add} + a_{gh}$$

Il rapporto acqua/cemento sarà quindi da considerarsi come un rapporto acqua/cemento equivalente individuato dall'espressione più generale:

$$\left(\frac{a}{c}\right)_{eq} = \frac{a_{eff}}{(c + K_{cv} * cv + K_{fs} * fs)}$$

nella quale vengono considerate le eventuali aggiunte di ceneri volanti o fumi di silice all'impasto nell'impianto di betonaggio.

I termini utilizzati sono:

c => dosaggio per m3 di impasto di cemento;

cv => dosaggio per m3 di impasto di cenere volante;

fs => dosaggio per m3 di impasto di fumo di silice;

Kcv ; Kfs => coefficienti di equivalenza rispettivamente della cenere volante e del fumo di silice desunti dalla norma UNI-EN 206-1 ed UNI 11104 (vedi paragrafi 2.2.1 e 2.2.2).

### **Lavorabilità**

Il produttore del calcestruzzo dovrà adottare tutti gli accorgimenti in termini di ingredienti e di composizione dell'impasto per garantire che il calcestruzzo possieda al momento della consegna del calcestruzzo in cantiere la lavorabilità prescritta e riportata per ogni specifico conglomerato nella tab. 2.1.

Salvo diverse specifiche e/o accordi con il produttore del conglomerato la lavorabilità al momento del getto verrà controllata all'atto del prelievo dei campioni per i controlli d'accettazione della resistenza caratteristica convenzionale a compressione secondo le indicazioni riportate sulle Norme Tecniche sulle Costruzioni. La misura della lavorabilità verrà condotta in accordo alla UNI-EN 206-1 dopo aver proceduto a scaricare dalla betoniera almeno 0.3 mc di calcestruzzo. In accordo con le specifiche di capitolato la misura della lavorabilità potrà essere effettuata mediante differenti metodologie. In particolare la lavorabilità del calcestruzzo può essere definita mediante:

- Il valore dell'abbassamento al cono di Abrams (UNI-EN 12350-2) che definisce la classe di consistenza o uno slump di riferimento oggetto di specifica;
- la misura del diametro di spandimento alla tavola a scosse (UNI-EN 12350-5).

Salvo strutture da realizzarsi con particolari procedimenti di posa in opera (pavimentazioni a casseri scorrevoli, manufatti estrusi, etc.) o caratterizzate da geometrie particolari (ad esempio, travi di tetti a falde molto inclinate) non potranno essere utilizzati calcestruzzi con classe di consistenza inferiore ad S4/F4.

Sarà cura del fornitore garantire in ogni situazione la classe di consistenza prescritta per le diverse miscele tenendo conto che sono assolutamente proibite le aggiunte di acqua in betoniera al momento del getto dopo l'inizio dello scarico del calcestruzzo dall'autobetoniera. La classe di consistenza prescritta verrà garantita per un intervallo di tempo di 20-30 minuti dall'arrivo della betoniera in cantiere. Trascorso questo tempo sarà l'impresa esecutrice responsabile della eventuale minore lavorabilità rispetto a quella prescritta. Il calcestruzzo con la lavorabilità inferiore a quella prescritta potrà essere a discrezione della D.L. :

- respinto (l'onere della fornitura in tal caso spetta all'impresa esecutrice);
- accettato se esistono le condizioni, in relazione alla difficoltà di esecuzione del getto, per poter conseguire un completo riempimento dei casseri ed una completa compattazione.

Il tempo massimo consentito dalla produzione dell'impasto in impianto al momento del getto non dovrà superare i 90 minuti e sarà onere del produttore riportare nel documento di trasporto l'orario effettivo di fine carico della betoniera in impianto. Si potrà operare in deroga a questa prescrizione in casi eccezionali quando i tempi di trasporto del calcestruzzo dalla Centrale di betonaggio al cantiere dovessero risultare superiori ai 75 minuti. In questa evenienza si potrà utilizzare il conglomerato fino a 120 minuti dalla miscelazione dello stesso in impianto purché lo stesso possieda i requisiti di lavorabilità prescritti. Inoltre, in questa evenienza dovrà essere accertato preliminarmente dal

produttore e valutato dalla D.L. che le resistenze iniziali del conglomerato cementizio non siano penalizzate a causa di dosaggi elevati di additivi ritardanti impiegati per la riduzione della perdita di lavorabilità.

#### **Acqua di bleeding**

L'essudamento di acqua dovrà risultare non superiore allo 0,1% in conformità alla norma UNI 7122.

#### **Contenuto d'aria**

Contestualmente alla misura della lavorabilità del conglomerato (con frequenza diversa da stabilirsi con il fornitore del conglomerato) dovrà essere determinato il contenuto di aria nel calcestruzzo in accordo alla procedura descritta alla norma UNI EN 12350-7 basata sull'impiego del porosimetro. Il contenuto di aria in ogni miscela prodotta dovrà essere conforme a quanto indicato nella tabella 3.1 (in funzione del diametro massimo dell'aggregato e dell'eventuale esposizione alla classe XF: strutture soggette a cicli di gelo/disgelo in presenza o meno di sali disgelanti).

#### **Prescrizioni per la durabilità**

Ogni calcestruzzo dovrà soddisfare i seguenti requisiti di durabilità in accordo con quanto richiesto dalle norme UNI 11104 e UNI EN 206 -1 e dalle Linee Guida sul Calcestruzzo Strutturale in base alla classe (alle classi) di esposizione ambientale della struttura cui il calcestruzzo è destinato:

- rapporto (a/c)max;
- classe di resistenza caratteristica a compressione minima;
- classe di consistenza;
- aria inglobata o aggiunta (solo per le classi di esposizione XF2, XF3, XF4);
- contenuto minimo di cemento;
- tipo di cemento (se necessario);
- classe di contenuto di cloruri calcestruzzo;
- D.M.ax dell'aggregato;
- copriferro minimo.

#### **Qualifica del conglomerato cementizio**

In accordo alle Norme Tecniche per le Costruzioni per la produzione del calcestruzzo si possono configurare due differenti possibilità:

- 1) calcestruzzo prodotto senza processo industrializzato.
- 2) calcestruzzo prodotto con processo industrializzato;

Il caso 1) si verifica nella produzione limitata di calcestruzzo direttamente effettuata in cantiere mediante processi di produzione temporanei e non industrializzati. In tal caso la produzione deve essere effettuata sotto la diretta vigilanza del Direttore dei Lavori. Il D.M. 14/09/2006 prevede, in questo caso, la qualificazione iniziale delle miscele per mezzo della "Valutazione preliminare della Resistenza" (par. 11.1.3 delle Norme Tecniche per le Costruzioni) effettuata sotto la responsabilità dell'appaltatore o committente, prima dell'inizio della costruzione dell'opera, attraverso idonee prove preliminari atte ad accertare la resistenza caratteristica per ciascuna miscela omogenea di conglomerato che verrà utilizzata per la costruzione dell'opera. La qualificazione iniziale di tutte le miscele utilizzate deve effettuarsi per mezzo di prove certificate da parte dei laboratori di cui all'art.59 del D.P.R. n.380/2001 (Laboratori Ufficiali).

Nella relazione di prequalifica, nel caso di calcestruzzo prodotti senza processo industrializzato l'appaltatore dovrà fare esplicito riferimento a:

- materiali che si intendono utilizzare, indicandone provenienza, tipo e qualità;
- documenti sulla marcatura CE dei materiali costituenti;
- massa volumica reale s.s.a. e assorbimento, per ogni classe di aggregato, valutati secondo la Norma UNI 8520 parti 13a e 16a;
- studio granulometrico per ogni tipo e classe di calcestruzzo;
- tipo, classe e dosaggio del cemento;
- rapporto acqua-cemento;
- massa volumica del calcestruzzo fresco e calcolo della resa;
- classe di esposizione ambientale a cui è destinata la miscela;
- tipo e dosaggio degli eventuali additivi;
- proporzionamento analitico della miscela e resa volumetrica;
- classe di consistenza del calcestruzzo;
- risultati delle prove di resistenza a compressione;
- curve di resistenza nel tempo (almeno per il periodo 2-28 giorni);
- caratteristiche dell'impianto di confezionamento e stato delle tarature;
- sistemi di trasporto, di posa in opera e maturazione dei getti.

Il caso 2) è trattato dal D.M. 14/01/2008 al punto 11.1.8 che definisce come calcestruzzo prodotto con processo industrializzato quello prodotto mediante impianti, strutture e tecniche organizzate organizzate sia in cantiere che in uno stabilimento esterno al cantiere stesso.

Di conseguenza in questa fattispecie rientrano, a loro volta, tre tipologie di produzione del calcestruzzo:

- calcestruzzo prodotto in impianti industrializzati fissi;
- calcestruzzo prodotto negli stabilimenti di prefabbricazione;
- calcestruzzo prodotto in impianti industrializzati installati nei cantieri (temporanei).

In questi casi gli impianti devono essere idonei ad una produzione costante, disporre di apparecchiature adeguate per il confezionamento, nonché di personale esperto e di attrezzature idonee a provare, valutare e correggere la qualità del prodotto.

Al fine di contribuire a garantire quest'ultimo punto, gli impianti devono essere dotati di un sistema di controllo permanente della produzione allo scopo di assicurare che il prodotto abbia i requisiti previsti dalle Norme Tecniche per le Costruzioni e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla posa in opera.

Tale sistema di controllo non deve confondersi con l'ordinario sistema di gestione della qualità aziendale, al quale può affiancarsi.

Il sistema di controllo della produzione in fabbrica dovrà essere certificato da un organismo terzo indipendente di adeguata competenza e organizzazione, che opera in coerenza con la UNI EN 45012. A riferimento per tale certificazione devono essere prese le Linee Guida sul calcestruzzo preconfezionato edite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici allo scopo di ottenere un calcestruzzo di adeguate caratteristiche fisiche, chimiche e meccaniche.

Il sistema di controllo di produzione in fabbrica dovrà comprendere le prove di autocontrollo, effettuate a cura del produttore secondo quanto previsto dalle Linee Guida sul calcestruzzo preconfezionato. L'organismo di certificazione dovrà, nell'ambito dell'ispezione delle singole unità produttive dovrà verificare anche i laboratori utilizzati per le prove di autocontrollo interno. In virtù di tale verifica e sorveglianza del controllo di produzione le prove di autocontrollo della produzione sono sostitutive di quelle effettuate dai laboratori ufficiali.

Il programma delle prove di autocontrollo deve essere sviluppato in maniera tale da assicurare il rispetto dei disposti normativi per le numerose miscele prodotte, ma essere nel contempo contenuto in maniera tale da agevolarne l'applicazione, in virtù

dell'elevato numero delle miscele prodotte in generale in un impianto di calcestruzzo preconfezionato.

È compito della Direzione Lavori accertarsi che i documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere indichino gli estremi della certificazione del sistema di controllo della produzione.

Ove opportuno il Direttore dei Lavori potrà richiedere la relazione preliminare di qualifica ed i relativi allegati (es. certificazione della marcatura CE degli aggregati, del cemento, etc.).

### **Espositore in legno**

Fornitura di cartello indicatore costituito da struttura di sostegno H= 1.90 fuori terra, in doppio tubolare del Ø 60 mm sp. 2.9 mm in acciaio zincato e verniciato (color nero satinato) con prodotti per esterno tipo "Consolan Unitecta", pannello in laminato plastico con struttura in metacrilato dello spessore di cm 1 e dimensioni di cm 120 x 80 con stampaggio della planimetria percorso e indicazioni (come da disegno allegato al progetto) serigrafato o stampato, completo di attacchi.

### **Staccionata**

Staccionata costituita da pali di sezione tonda con diametro di 12 cm ed altezza pari a 160 cm, traversi a sezione tonda con diametro di 12 cm posizionati all'estremità dei montanti e saldati ad essi mediante un collare sagomato in acciaio zincato e traversi intermedi mezzo tondi, di diametro pari a 12 cm disposti a 40 cm dai primi.

### **Barriera in legno per pista ciclabile:**

Barriera in legno per pista ciclabile realizzata in legno lamellare ed acciaio tipo corten, caratterizzate da una struttura robusta in grado di resistere a sollecitazioni superiori a 130 Kg/m, progettata sul modello delle barriere di sicurezza stradali con un design leggero ed essenziale in modo da non limitare la sensazione di libero movimento dell'utente.

### **Manufatti in calcestruzzo prefabbricati (pozzetti, canalette, chiusini, ecc.)**

essi saranno delle dimensioni, caratteristiche e spessori adatti a sopportare il traffico di 1<sup>a</sup> categoria e la spinta del terreno, esenti da qualsiasi anomalia e perfettamente impermeabili. L'Appaltatore deve produrre i calcoli ed i disegni esecutivi dei manufatti e dovrà fornire su richiesta della Stazione Appaltante tutta la documentazione necessaria ad illustrare le caratteristiche meccaniche del calcestruzzo e le modalità di produzione degli elementi prefabbricati.

### **Bitumi - Emulsioni bituminose - Catrami**

dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti Norme vigenti del C.N.R.

### **Bitumi liquidi**

dovranno corrispondere a requisiti di cui alle specifiche "Norme per l'accettazione dei bitumi liquidi per usi stradali" del C.N.R.

### **Carpenterie metalliche**

#### **Prescrizioni comuni**

Nelle strutture metalliche è consentito l'impiego dei soli acciai qualificati, o provvisti di marcatura CE, e solo dopo l'esito dei controlli di accettazione. I controlli di accettazione

sono obbligatori prima delle lavorazioni nei Centri di trasformazione, sotto la responsabilità del Direttore del Centro e prima dell'impiego in cantiere a cura del Direttore dei Lavori.

Si definiscono Centri di trasformazione, nell'ambito degli acciai per carpenteria metallica:

- ( centri di produzione di lamiere grecate e profilati formati a freddo;
- ; centri di prelaborazione di componenti strutturali;
- le officine di produzione di carpenterie metalliche;
- le officine di produzione di elementi strutturali di serie;
- le officine per la produzione di bulloni e chiodi.

Nelle officine per la produzione di carpenterie metalliche i controlli sono obbligatori e devono essere eseguiti dal Direttore tecnico. Devono essere eseguite per ogni fornitura, max di 90 tonnellate, un minimo di 3 prove, di cui almeno una sullo spessore massimo ed una sullo spessore minimo.

I dati sperimentali ottenuti debbono soddisfare le prescrizioni, di cui alle precedenti tabelle e delle corrispondenti norme europee armonizzate UNI EN 10025, relativamente alle prove meccaniche (tensioni ed allungamento) e alle prove di resilienza, nonché per le prove chimiche, alle norme armonizzate della serie UNI EN 10025-1, UNI EN 10210-1, UNI EN 10219-1 ed essere registrati a cura del Direttore tecnico su apposito registro. Tutte le forniture debbono essere accompagnate dalla documentazione, come già indicato per gli acciai per calcestruzzo armato.

#### **Acciai laminati**

Gli acciai laminati per la realizzazione di strutture metalliche e per le strutture composte vengono forniti sotto le forme riportate nel seguente prospetto.

LUNGHI	Laminati mercantili (angolari, L, T, Travi ad ali parallele (HE, 1PE, IPN) Laminati a U	piatti),
PRODOTTI PIANI	Lamiere e piatti	
PROFILATI CAVI	Tubi	
PRODOTTI DERIVATI		

La documentazione di accompagnamento delle loro forniture è simile a quelle per gli acciai per calcestruzzo armato.

Dai prodotti laminati devono essere prelevati i saggi per la preparazione delle provette per le successive prove di Laboratorio.

#### Prelievi dei saggi

Il prelievo dei saggi e la loro posizione nel pezzo di prelievo debbono essere eseguiti come previsto dalla norma UNI EN 10025-1.

#### Preparazione delle provette

La preparazione delle provette per le prove di trazione e di resilienza viene eseguita come riportato nelle norme UNI EN 10002-1/2004 e UNI EN 10045-1/1992 richiamate nelle Norme Tecniche.

#### **Requisiti dei prodotti laminati**

##### Resistenza meccanica

I laminati a caldo con profili a sezione aperta e quelli a sezione cava debbono rispettare i requisiti riportati nelle tabelle precedenti per quanto concerne le tensioni di snervamento e di rottura, valutate su provette normalizzate.

In fase di progettazione si possono assumere nei calcoli i valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento  $f_{yk}$  e di rottura  $f_{tk}$  riportati nelle tabelle.

Tabella 4.1 - Laminati a caldo con profili a sezione aperta

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento			
	$t \leq 40$ mm		$40$ mm $< t \leq 80$ mm	
	$f_{yk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{tk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{yk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{tk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
UNI EN 10025-2				
S235	235	360	215	360
S275	275	430	255	410
S355	355	510	335	470
S450	440	550	420	550
UNI EN 10025-3				
S 275 N/NL	275	390	255	370
S 355 N/NL	355	490	335	470
S 420 N/NL	420	520	390	520
S 460 N/NL	460	540	430	540
UNI EN 10025-4				
S 275 M/ML	275	370	255	360
S 355 M/ML	355	470	335	450
S 420 M/ML	420	520	390	500
S 460 M/ML	460	540	430	530
UNI EN 10025-5				
S 235 W	235	360	215	340
S 355 W	355	510	335	490

Tabella 4.2 - Laminati a caldo con profili a sezione cava

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento			
	$t \leq 40$ mm		$40$ mm $< t \leq 80$ mm	
	$f_{yk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{tk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{yk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{tk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
UNI EN 10210-1				
S 235 H	235	360	215	340
S 275 H	275	430	255	410
S 355 H	355	510	335	490
S 275 NH/NLH	275	390	255	370
S 355 NH/NLH	355	490	335	470
S 420 NH/NLH	420	540	390	520
S 460 NH/NLH	460	560	430	550
UNI EN 10219-1				
S 235 H	235	360		
S 275 H	275	430		
S 355 H	355	510		
S 275 NH/NLH	275	370		
S 355 NH/NLH	355	470		
S 275 MH/MLH	275	360		
S 355 MH/MLH	355	470		
S 420 MH/MLH	420	500		
S 460 MH/MLH	460	530		

### Acciai da carpenteria in zona sismica

Per le zone dissipative vengono applicate le seguenti ulteriori prescrizioni, in aggiunta a quelle già precedentemente elencate:

- Rapporto tra le tensioni nominali  $f_{ik}/f_{yk} > 1;20$
- Allungamento a rottura  $A; > 20$
- Tensione di snervamento massima  $t_{y\max} < 1,2 f_{yk}$
- Collegamenti bullonati bulloni 8.8 e 10.9

### Controlli

Sono obbligatori i controlli sia nei Centri di trasformazione che in cantiere, da eseguirsi presso i Laboratori Autorizzati di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.

### Controlli nei Centri di trasformazione

Nelle officine per la produzione di carpenterie metalliche i controlli sono obbligatori e devono essere eseguiti dal Direttore tecnico. Devono essere eseguite per ogni fornitura, max di 90 tonnellate, un minimo di 3 prove, di cui almeno una sullo spessore massimo ed una sullo spessore minimo.

I dati sperimentali ottenuti debbono soddisfare le prescrizioni, di cui alle precedenti tabelle e delle corrispondenti norme europee armonizzate UNI EN 10025, relativamente alle prove meccaniche (tensioni ed allungamento) e alle prove di resilienza, nonché per le prove chimiche, alle norme armonizzate della serie UNI EN 1002-1, UNI EN 10210-1, UNI EN 10219-1 ed essere registrati a cura del Direttore tecnico su apposito registro. Tutte le forniture debbono essere accompagnate dalla documentazione, come già indicato per gli acciai per calcestruzzo armato.

### Controlli in cantiere

I controlli in cantiere devono essere eseguiti dal Direttore dei Lavori. Sono obbligatori e consistono nel prelievo per ogni lotto di spedizione, max di 30 tonnellate, di almeno 3 saggi, di cui uno sullo spessore massimo ed uno sullo spessore minimo, da cui ricavare le provette per le prove di trazione ed allungamento, di resilienza oltre che per la determinazione della composizione chimica.

I prelievi devono essere eseguiti alla presenza del Direttore dei Lavori o di un Tecnico di sua fiducia.

I prelievi debbono essere etichettati e, unitamente alla richiesta di prove firmata dal Direttore dei Lavori, debbono essere inviati al Laboratorio dallo stesso Direttore dei Lavori.

Per le forniture provenienti da un Centro di trasformazione, il Direttore dei Lavori deve accertarsi preliminarmente che il Centro di trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti e, se non vengono consegnati in Cantiere adeguati campioni da sottoporre alle prove di Laboratorio, può recarsi presso il medesimo Centro di trasformazione, effettuare i relativi controlli e disporre del prelievo dei campioni, il prelievo, in questo caso, viene effettuato dal Direttore tecnico del Centro di trasformazione.

Il Direttore dei Lavori deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili ecc., che i campioni inviati per le prove al Laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove, in quanto i controlli di cantiere sono comunque obbligatori ed il Direttore dei Lavori ne è responsabile.

### Massi di roccia

Massi di roccia di natura calcarea, silicea o arenaria per scogliere e rivestimenti spondali, a configurazione pressochè regolare, aventi forma poliedrica, in elementi di

peso di 800-2500 kg e di colorazione prossima alla pietra locale.

**Altre forniture**

Per le altre forniture valgono le stesse norme di accettazione della parte introduttiva del presente articolo.

## **NORME GENERALI PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI**

### **Art. 3 - OPERAZIONI PRELIMINARI**

E' fatto obbligo all'Impresa - prima di dar inizio ai lavori di concordare con il Comando dei Vigili Urbani e con l'Ufficio Tecnico del Comune e di F.V.G. Strade con , tempi e modalità degli interventi nelle diverse strade, onde consentire la possibilità all'Amministrazione di prendere opportuni provvedimenti per ridurre al minimo gli intralci al traffico durante l'esecuzione dei vari tratti di condotta. L'Impresa dovrà comunque sottrarre alla viabilità il minor spazio possibile.

L'Impresa è tenuta ad accertare, avvalendosi dell'assistenza che le verrà fornita dall'Ufficio tecnico Comunale di F.V.G. Strade, la presenza nel sottosuolo di tubazioni dell'acquedotto e delle fognature e in base alle indicazioni fornite dai tecnici di Società o Enti che gestiscono i servizi (ai quali l'Impresa ha obbligo di rivolgersi prima dell'inizio dei lavori) quella delle condotte del metanodotto e delle canalizzazioni per impianti elettrici, telefonici e altro, restando a suo carico la conservazione e i rifacimenti in caso di rotture o danneggiamenti ed essendo essa unica responsabile di tutti i danni, diretti ed indiretti, civili e penali che potessero derivare, ad esclusione dei lavori per spostamenti e protezione di tubazioni, demolizioni e rifacimenti di pozzetti ed altri interventi che siano stati espressamente ordinati dalla Direzione dei lavori in quanto indispensabili per l'esecuzione dell'opera a insindacabile giudizio del Direttore dei Lavori.

### **Art. 4 - TRACCIAMENTI**

Prima di por mano ai lavori di sterro l'Appaltatore è obbligato ad eseguire la picchettazione completa del lavoro in modo che risultino indicati i limiti degli scavi e dei riporti, sia esso un'opera d'arte che l'intera rete ed a posare i capisaldi plano-altimetrici per rapide e sollecite verifiche durante l'esecuzione dei lavori.

### **Art. 5 - SCAVI**

#### **Norme generali**

Negli scavi dovranno essere adottate tutte le cautele atte a prevenire scoscendimenti e smottamenti, restando l'Impresa esclusivamente responsabile degli eventuali danni è tenuta a provvedere, a proprie spese, alla rimozione delle materie franate ed al ripristino delle sezioni correnti.

Gli scavi ed i trasporti saranno eseguiti con mezzi adeguati con sufficiente mano d'opera; si avrà cura di assicurare in ogni caso il regolare smaltimento e deflusso delle acque, onere questo compreso nei prezzi di elenco.

I materiali provenienti dagli scavi e non idonei per la formazione dei rinterri o per altro impiego nei lavori, dovranno essere portati a rifiuto in zone disposte a cura e spese dell'Impresa o in discarica autorizzata; lo stesso dicasi per quelli invece inutilizzabili ed esuberanti le necessità dei lavori. Nel prezzo degli scavi è sempre compreso anche l'onere del rinterro. I materiali provenienti da scavi in roccia da mina dovranno essere in ogni caso utilizzati, se idonei, per formazione di sottofondi o rilevati.

Nel prezzo degli scavi è sempre compreso l'analisi di laboratorio delle terre da scavo ai sensi del Dlgs 152/2006, Dlgs 4/2008 art. 23 e del del D.M. 10 agosto 2012 n. 161, la redazione del Piano di Utilizzo del materiale di scavo ai sensi del D.M. 10 agosto 2012

n. 161 e il loro trasporto in discariche autorizzate compreso l'indennità o per il riutilizzo in altro sito

a) - Scavi di sbancamento

Per scavi di sbancamento o tagli a sezione aperta si intendono quelli praticati al di sopra del piano orizzontale passante per il punto più depresso delle trincee o splateamenti, precedentemente eseguiti ed aperti almeno da un lato. Quando l'intero scavo debba risultare aperto su di un lato (caso di un canale fugatore) e non venga ordinato lo scavo a tratti, il punto più depresso è quello terminale. Appartengono alla categoria degli scavi di sbancamento così generalmente definiti tutti i cosiddetti scavi di splateamento e quelli per allargamento di trincee, tagli di scarpate di rilevati per costruirvi opere di sostegno, scavi per incassature di opere d'arte (spallete di briglie, manufatti con area di fondazione superiore a 50 m<sup>2</sup> anche con scavo praticato al di sotto del piano orizzontale, ecc.) ivi compresa la demolizione delle murature in pietrame e malta od a secco, dei tombotti esistenti, eseguiti superiormente al piano orizzontale determinato come sopra, considerandosi come piano naturale anche l'alveo dei torrenti e dei fiumi.

b) - Scavi di fondazione in sezione chiusa o in sezione ampia

Per scavi di fondazione in generale si intendono quelli ricadenti al di sotto del piano orizzontale di cui all'articolo precedente, chiusi fra le pareti verticali riprodotte al perimetro delle sottofondazioni delle opere d'arte. Qualunque sia la natura e la qualità del terreno, gli scavi per la fondazione dovranno essere spinti fino alla profondità che dalla Direzione dei Lavori verrà ordinata all'atto della loro esecuzione. Le profondità che si trovano indicate nei disegni di consegna sono perciò di semplice avviso e l'Amministrazione Appaltante si riserva piena facoltà di variarlo nella misura che reputerà più conveniente senza che ciò possa dare all'Appaltatore motivo alcuno di fare eccezioni o domande di speciali compensi, avendo egli soltanto diritto al pagamento del lavoro eseguito coi prezzi contrattuali stabiliti. E' vietato all'Appaltatore, sotto pena di demolire il già fatto, di porre mano alle murature prima che la Direzione dei Lavori abbia verificato ed accettato i piani delle fondazioni. I piani di fondazione dovranno essere generalmente orizzontali, ma per quelle opere che cadono sopra a falde inclinate, potranno, a richiesta della Direzione dei Lavori, essere disposti a gradoni ed anche con determinate contropendenze. Gli scavi di fondazione dovranno essere eseguiti a pareti verticali e l'Impresa dovrà, occorrendo, sostenerle con conveniente armatura e sbadacchiature anche a cassa chiusa, restando a suo carico ogni danno alle cose ed alle persone che potesse verificarsi per smottamenti o franamenti dei cavi. Questi potranno però, ove ragioni speciali non lo vietino, essere eseguiti con pareti a scarpata. In questo caso non sarà compensato il maggiore scavo eseguito, oltre quello strettamente occorrente per la fondazione dell'opera e l'Impresa dovrà provvedere a sue cure e spese al successivo riempimento del vuoto rimasto intorno alle murature di fondazione dell'opera, con materiale adatto, ed al necessario costipamento di quest'ultimo. Ciò vale anche se lo scavo sarà dato a pareti verticali. Nel caso di scavo di fondazione per la posa in opera di tubazioni o tombotti, la larghezza dello scavo sarà quella prescritta nei disegni di progetto, qualunque sia la profondità dello scavo stesso. Analogamente dovrà provvedere l'Impresa senza ulteriore compenso, a riempire i vuoti che restassero attorno alle murature stesse, pur essendosi eseguiti scavi e pareti verticali, in conseguenza dell'esecuzione delle murature con riseghe in fondazione. Qualora gli scavi si debbano eseguire in presenza d'acqua o questa si elevi negli scavi, l'Appaltatore dovrà provvedere all'esaurimento dell'acqua stessa coi mezzi che saranno ritenuti più opportuni a suo carico. L'Appaltatore dovrà provvedere, a sua cura, spesa ed iniziativa, alle suddette assicurazioni, armature, puntellature e

sbadacchiature, nelle quantità e robustezza che per la qualità dei materiali da escavare siano richieste, adottando anche tutte le precauzioni che fossero ulteriormente riconosciute necessarie, senza rifiutarsi per nessun pretesto di ottemperare alle prescrizioni che al riguardo e per garantire la sicurezza delle cose e delle persone, gli venissero impartite dalla Direzione dei Lavori. Il legname impiegato a tale scopo, semprechè, non si tratti di armature formanti parte integrante delle opere, da restare quindi in posto di proprietà dell'Amministrazione, resterà di proprietà dell'Impresa, che potrà recuperarlo ad opera compiuta. Nessun compenso spetta all'Impresa, se, per qualsiasi ragione, tale recupero possa risultare soltanto parziale od anche totalmente negativo. Nel prezzo sono comprese le eventuali demolizioni di condotte esistenti anche se parzialmente ricadenti all'interno della sezione di scavo.

c) - Scavi per tubazioni

A completamento di quanto prescritto per i movimenti di materie in genere, valgono per le tubazioni le norme tecniche del D.M. 12.12.1985 e le norme particolari qui di seguito indicate. Gli scavi da farsi, sia in materie che in roccia, per la posa in opera delle condotte e dei tombotti dovranno eseguirsi dall'Appaltatore seguendo esattamente il tracciato ed i profili di progetto, con le eventuali modifiche che potranno essere introdotte all'atto esecutivo.

Salvo contrarie disposizioni della Direzione Lavori l'asse delle tubazioni in corrispondenza di sedi stradali, dovrà cadere a non oltre 0,5 m dal ciglio prescelto dalla Direzione Lavori, inteso che i maggiori dissesti ai manti stradali conseguenti a maggiori larghezze di scavo faranno carico all'Impresa. Le profondità di scavo saranno riferite ad appositi picchetti o capisaldi di riferimento della quota originaria.

Le pareti degli scavi non dovranno presentare blocchi sporgenti o masse pericolanti, che in ogni caso dovranno essere abbattute o sagomate a cura e spese dell'Impresa.

I cavi entro i quali si troveranno le tubazioni, dovranno avere il fondo regolarmente spianato affinché, i tubi poggino in tutta la loro lunghezza, tenendo presente che per ottenere la livellazione degli scavi, bisogna spianare le sporgenze del fondo di essi e non colmare i vuoti, che vi possono essere. Per effetto di ciò la profondità potrà risultare maggiore di quella indicata nei profili senza che l'Appaltatore possa accampare diritti a maggiori compensi.

Nei punti dove cadono le giunzioni dei tubi, si faranno delle nicchie sufficienti per poter eseguire regolarmente tutte le operazioni relative.

Nel palleggiamento delle materie fuori dei cavi si dovranno tenere separate quelle terrose o sciolte, che dovranno poi, per prime essere riversate e battute sui fianchi del tubo ed al di sopra del medesimo, per difenderlo dalle rotture e rincalzate solidamente.

L'Impresa è tenuta ad osservare l'integrità delle condotte di acqua, luce, cavi elettrici e telefonici, tombature, ecc., che si rinvenissero negli scavi, restando a suo carico la conservazione ed eventuale rifacimento di dette opere, ed avrà la totale responsabilità per danni che fossero arrecati, sia in via diretta che indiretta, per cause di imprevidenza od incuria da parte dell'Impresa stessa.

Inoltre l'Appaltatore dovrà provvedere a sue spese affinché, le acque scorrenti alla superficie del terreno siano deviate in modo che non abbiano a riversarsi sui cavi.

Art. 6 - RILEVATI E RIALZI

La formazione dei rilevati e dei rialzi dovrà essere preceduta dalle seguenti operazioni preliminari:

- taglio di alberi, arbusti e piante, estirpazione delle ceppaie e radici, trasporto a rifiuto del materiale tagliato ed estirpato;

- rimozione dello strato di terreno vegetale sottostante l'area di appoggio con lo spessore minimo di 30 cm;
- compattamento con mezzi meccanici del piano di posa;
- gradonatura del terreno di appoggio, se questo ha una pendenza superiore al 15%, con inclinazione inversa rispetto a quella del pendio.

Per la costruzione dei rilevati si avrà massima cura nella scelta dei materiali idonei sia che provengano da scavi che da cave, dovendosi escludere in ogni caso i terreni vegetali e tutti quelli che contengono materie organiche (il terreno coltivato potrà essere utilizzato solo per la formazione della superficie delle scarpate allo scopo di favorire l'eventuale attecchimento delle zolle e delle seminagioni).

I materiali da impiegare possono appartenere solo ai gruppi A-1, A-2-4, A-2-5 e A-3 (classificazione delle terre secondo Tabella C.N.R., U.N.I. 10006).

Si avrà cura di allontanare tutti i ciottoli di dimensioni massime superiori ai 30 cm.

L'Impresa potrà aprire le cave di prestito ovunque lo riterrà di sua convenienza, subordinatamente all'accennata idoneità delle materie da portare in rilevato e al rispetto delle vigenti disposizioni della Direzione Lavori. Le dette cave di prestito, da aprirsi a totale cura e spese dell'Impresa, dovranno essere coltivate in modo che, tanto durante l'esecuzione degli scavi che a scavi ultimati, non si abbiano a verificare franamenti, ristagni d'acqua o comunque condizioni pregiudizievoli per la salute e l'incolumità pubblica.

La stesa del materiale verrà eseguita in strati di spessore proporzionato alla natura del materiale ed al mezzo costipato adottato, in ogni caso di spessore non superiore ai 30 cm, e con pendenza necessaria per permettere un rapido smaltimento delle acque piovane (non inferiore al 2% e mai superiore al 5%). Gli strati dovranno essere accuratamente costipati con i mezzi meccanici più idonei fino ad ottenere la densità richiesta del 90% prova AASHO modificata.

I materiali migliori dovranno di norma essere riservati per gli strati superiori del rilevato. Nello strato sul quale appoggia l'impianto della sovrastruttura la dimensione massima degli elementi è di 10 cm.

Saranno date ai rilevati larghezza e altezza maggiori di quelle che dovranno avere a lavoro finito per sopperire all'ulteriore costipamento delle materie e per poter ritagliare le scarpate e profilare i cigli secondo le sagome prescritte.

Per lo strato superiore si dovrà ottenere sempre una densità secca in sito uguale o superiore al 95% della densità massima con prova AASHO modificata, adoperando materiale granulato A-1-a. Nella formazione di tratti di rilevato rimasti sospesi per la presenza di cavi per condotte e canalizzazioni o a ridosso dei getti dei manufatti verrà impiegato lo stesso materiale del rilevato, posto in opera con particolare cura in strati successivi (con spessori inferiori ai 30 cm) e costipato perfettamente sino ad ottenere il 95% della densità massima AASHO modificata. Per la determinazione della qualità, impiego ed accettazione dei materiali, l'Impresa è tenuta a prestarsi, in ogni tempo, a sua cura e spese alle prove dei materiali stessi. Tali prove saranno normalmente l'analisi granulometrica, la determinazione dei limiti di plasticità e fluidità, la portanza C.B.R., la densità AASHO modificata, ecc.

Sulla scorta delle prove di laboratorio, il contenuto d'acqua del materiale impiegato per ogni strato deve essere mantenuto nei limiti ammessi dalla Direzione Lavori, sia mediante inumidimento, sia mediante essiccamento dell'aria con rimescolamento del materiale stesso.

Nel caso di formazione di rilevati con materiali rocciosi, la cui natura sia ritenuta idonea dalla Direzione Lavori, si avrà cura di disporre i frammenti di roccia più grossolani nella parte più bassa del rilevato, riservando quelli a mano a mano più piccoli alle parti più alte; lo strato di 30 cm sottostante il piano di posa della sovrastruttura sarà composto di detriti rocciosi di dimensioni non superiori a 10 cm. I vuoti compresi tra gli elementi più

grossi saranno convenientemente ed uniformemente riempiti con elementi più piccoli, onde ottenere che ogni strato sia ben sistemato e compattato. Per il controllo di queste caratteristiche la Direzione Lavori potrà istituire criteri e prove estensivi di quelli di riferimento citati in questo articolo.

Per la compattazione di strati formati con materiali rocciosi dovranno essere impiegati mezzi costipanti di elevatissima efficacia e potenza, sia statici (del peso di almeno 30 tonn.), sia vibranti. Se nei rilevati avvenissero dei cedimenti dovuti a trascuratezza delle buone norme esecutive, l'Impresa sarà obbligata ad eseguire a tutte sue spese i lavori di ricarica, rinnovando ove occorra anche la fondazione stradale.

Tutti gli oneri citati in questo articolo sono compresi nel prezzo dei rilevati, compreso quello di riduzione dell'eventuale materiale roccioso a dimensioni non superiori ai 30 cm.

#### Art. 7 - RINTERRI

Per le condotte in genere (tubi in calcestruzzo rotopressato armato o non armato, in cemento armato centrifugato, in P.V.C., ghisa, ecc.), i rinterri dei cavi delle condotte saranno eseguiti da prima in prossimità delle tubazioni con materie terrose e sciolte. Nell'effettuare questo primo rinterro, massima cura dovrà essere posta nel rincalzo onde evitare la formazione di vuoti; in modo speciale nell'intorno dei giunti.

Tale rinterro dovrà essere protratto sino ad almeno 30 cm sopra la generatrice superiore delle condotte. I rinterri dei cavi di posa delle condotte in cemento-amianto saranno effettuati in un primo tempo parzialmente appena ultimata la posa delle condotte, curando di eseguirsi a mano con materie terrose e sciolte. Nell'effettuare questo primo rinterro massima cura dovrà essere posta al rincalzo del tubo onde evitare la formazione di vuoti sotto e lateralmente al tubo. In modo speciale dovrà essere curato il rinterro della nicchia creata nel piano di posa per ricevere il giunto, costipando bene il terreno fino ai lati e sotto al giunto stesso. Tale primo rinterro dovrà essere protratto fino ad almeno 15 cm nel caso di posa ordinaria (con massello), ed almeno di 30 cm nel caso di posa di prima categoria (senza massello) sopra la generatrice superiore del tubo.

In secondo tempo i cavi dovranno essere totalmente riempiti col terreno ricavato dagli stessi se ritenuto idoneo e con materiale arido di adeguata granulometria ed accettato dalla D.L.. Tale rinterro dovrà essere effettuato per strati dello spessore massimo di 0,30 m di volta in volta battuti con mazzeranghe e bagnati con sufficiente innaffiamento fino ad un buon costipamento e fino a raggiungere il piano del terreno circostante con sufficiente colmo per compensare i successivi costipamenti. Nel periodo che dovrà intercorrere fra il costipamento dei rinterri ed il rifacimento delle pavimentazioni l'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese a tutte le opere necessarie per consentire nel miglior modo possibile il transito dei veicoli lungo le arterie in cui sono stati eseguiti i lavori.

Per i tubi in polietilene e P.V.C., si procederà al rinterro con sabbia previa formazione del sottofondo, sempre di sabbia, per uno spessore definito nelle sezioni tipo; infine si provvederà al rinterro definitivo del cavo.

#### Art. 8 - CONGLOMERATI CEMENTIZI

##### **8.1 Le classi di resistenza**

Si fa riferimento alle Norme Tecniche per le Costruzioni del 14/01/2008. In particolare, relativamente alla resistenza caratteristica convenzionale a compressione il calcestruzzo verrà individuato mediante la

simbologia C (X/Y) dove X è la resistenza caratteristica a compressione misurata su provini cilindrici ( $f_{ck}$ ) con rapporto altezza/diametro pari a 2 ed Y è la resistenza caratteristica a compressione valutata su provini cubici di lato 150 mm ( $R_{ck}$ ).

## 8.2 Reologia degli impasti e granulometria degli aggregati

Per il confezionamento del calcestruzzo dovranno essere impiegati aggregati appartenenti a non meno di due classi granulometriche diverse. La percentuale di impiego di ogni singola classe granulometrica verrà stabilita dal produttore con l'obiettivo di conseguire i requisiti di lavorabilità e di resistenza alla segregazione di cui ai paragrafi 2.4 e 2.5 che seguono. La curva granulometrica ottenuta dalla combinazione degli aggregati disponibili, inoltre, sarà quella capace di soddisfare le esigenze di posa in opera richieste dall'impresa (ad esempio, pompabilità), e quelle di resistenza meccanica a compressione e di durabilità richieste per il conglomerato.

La dimensione massima dell'aggregato dovrà essere non maggiore di  $\frac{1}{4}$  della sezione minima dell'elemento da realizzare, dell'interfero ridotto di 5 mm, dello spessore del copriferro aumentato del 30% (in accordo anche con quanto stabilito dagli Eurocodici).

## 8.3 Rapporto acqua/cemento

Il quantitativo di acqua efficace da prendere in considerazione nel calcolo del rapporto a/c equivalente è quello realmente a disposizione dell'impasto, dato dalla somma di:

( $a_{aggr}$ ) => quantitativo di acqua ceduto o sottratto dall'aggregato se caratterizzato rispettivamente da un tenore di umidità maggiore o minore dell'assorbimento (tenore di umidità che individua la condizione di saturo a superficie asciutta);

( $a_{add}$ ) => aliquota di acqua introdotta tramite gli additivi liquidi (se utilizzati in misura superiore a 3 l/m<sup>3</sup>) o le aggiunte minerali in forma di slurry;

( $a_{gh}$ ) => aliquota di acqua introdotta tramite l'utilizzo di chips di ghiaccio;

( $a_m$ ) => aliquota di acqua introdotta nel mescolatore/betoniera;

ottenendo la formula:

$$a_{eff} = a_m + a_{aggr} + a_{add} + a_{gh}$$

Il rapporto acqua/cemento sarà quindi da considerarsi come un rapporto acqua/cemento equivalente individuato dall'espressione più generale:

$$\left(\frac{a}{c}\right)_{eq} = \frac{a_{eff}}{(c + K_{cv} * cv + K_{fs} * fs)}$$

nella quale vengono considerate le eventuali aggiunte di ceneri volanti o fumi di silice all'impasto nell'impianto di betonaggio.

I termini utilizzati sono:

c => dosaggio per m<sup>3</sup> di impasto di cemento;

cv => dosaggio per m<sup>3</sup> di impasto di cenere volante;

fs => dosaggio per m<sup>3</sup> di impasto di fumo di silice;

K<sub>cv</sub> ; K<sub>fs</sub> => coefficienti di equivalenza rispettivamente della cenere volante e del fumo di silice desunti dalla norma UNI-EN 206-1 ed UNI 11104 (vedi paragrafi 2.2.1 e 2.2.2).

#### **8.4 Lavorabilità**

Il produttore del calcestruzzo dovrà adottare tutti gli accorgimenti in termini di ingredienti e di composizione dell'impasto per garantire che il calcestruzzo posseda al momento della consegna del calcestruzzo in cantiere la lavorabilità prescritta e riportata per ogni specifico conglomerato nella tab. 2.1.

Salvo diverse specifiche e/o accordi con il produttore del conglomerato la lavorabilità al momento del getto verrà controllata all'atto del prelievo dei campioni per i controlli d'accettazione della resistenza caratteristica convenzionale a compressione secondo le indicazioni riportate sulle Norme Tecniche sulle Costruzioni. La misura della lavorabilità verrà condotta in accordo alla UNI-EN 206-1 dopo aver proceduto a scaricare dalla betoniera almeno 0.3 mc di calcestruzzo. In accordo con le specifiche di capitolato la misura della lavorabilità potrà essere effettuata mediante differenti metodologie. In particolare la lavorabilità del calcestruzzo può essere definita mediante:

- Il valore dell'abbassamento al cono di Abrams (UNI-EN 12350-2) che definisce la classe di consistenza o uno slump di riferimento oggetto di specifica;
- la misura del diametro di spandimento alla tavola a scosse (UNI-EN 12350-5).

Salvo strutture da realizzarsi con particolari procedimenti di posa in opera (pavimentazioni a casseri scorrevoli, manufatti estrusi, etc.) o caratterizzate da geometrie particolari (ad esempio, travi di tetti a falde molto inclinate) non potranno essere utilizzati calcestruzzi con classe di consistenza inferiore ad S4/F4.

Sarà cura del fornitore garantire in ogni situazione la classe di consistenza prescritta per le diverse miscele tenendo conto che sono assolutamente proibite le aggiunte di acqua in betoniera al momento del getto dopo l'inizio dello scarico del calcestruzzo dall'autobetoniera. La classe di consistenza prescritta verrà garantita per un intervallo di tempo di 20-30 minuti dall'arrivo della betoniera in cantiere. Trascorso questo tempo sarà l'impresa esecutrice responsabile della eventuale minore lavorabilità rispetto a quella prescritta. Il calcestruzzo con la lavorabilità inferiore a quella prescritta potrà essere a discrezione della D.L. :

- respinto (l'onere della fornitura in tal caso spetta all'impresa esecutrice);
- accettato se esistono le condizioni, in relazione alla difficoltà di esecuzione del getto, per poter conseguire un completo riempimento dei casseri ed una completa compattazione.

Il tempo massimo consentito dalla produzione dell'impasto in impianto al momento del getto non dovrà superare i 90 minuti e sarà onere del produttore riportare nel documento di trasporto l'orario effettivo di fine carico della betoniera in impianto. Si potrà operare in deroga a questa prescrizione in casi eccezionali quando i tempi di trasporto del calcestruzzo dalla Centrale di betonaggio al cantiere dovessero risultare superiori ai 75 minuti. In questa evenienza si potrà utilizzare il conglomerato fino a 120 minuti dalla miscelazione dello stesso in impianto purché lo stesso possenga i requisiti di lavorabilità prescritti. Inoltre, in questa evenienza dovrà essere accertato preliminarmente dal produttore e valutato dalla D.L. che le resistenze iniziali del conglomerato cementizio non siano penalizzate a causa di dosaggi elevati di additivi ritardanti impiegati per la riduzione della perdita di lavorabilità.

### **8.5 Acqua di bleeding**

L'essudamento di acqua dovrà risultare non superiore allo 0,1% in conformità alla norma UNI 7122.

### **8.6 Contenuto d'aria**

Contestualmente alla misura della lavorabilità del conglomerato (con frequenza diversa da stabilirsi con il fornitore del conglomerato) dovrà essere determinato il contenuto di aria nel calcestruzzo in accordo alla procedura descritta alla norma UNI EN 12350-7 basata sull'impiego del porosimetro. Il contenuto di aria in ogni miscela prodotta dovrà essere conforme a quanto indicato nella tabella 3.1 (in funzione del diametro massimo dell'aggregato e dell'eventuale esposizione alla classe XF: strutture soggette a cicli di gelo/disgelo in presenza o meno di sali disgelanti).

### **8.7 Prescrizioni per la durabilità**

Ogni calcestruzzo dovrà soddisfare i seguenti requisiti di durabilità in accordo con quanto richiesto dalle norme UNI 11104 e UNI EN 206 -1 e dalle Linee Guida sul Calcestruzzo Strutturale in base alla classe (alle classi) di esposizione ambientale della struttura cui il calcestruzzo è destinato:

- rapporto  $(a/c)_{max}$ ;
- classe di resistenza caratteristica a compressione minima;
- classe di consistenza;
- aria inglobata o aggiunta (solo per le classi di esposizione XF2, XF3, XF4);
- contenuto minimo di cemento;
- tipo di cemento (se necessario);
- classe di contenuto di cloruri calcestruzzo;
- $D.M._{ax}$  dell'aggregato;
- copriferro minimo.

### **8.8. Tipi di conglomerato cementizio**

Sarà compilata una tabella sull'esempio di quella sottostante (tabella 3.1), contenente i vari tipi di conglomerato impiegati, le loro caratteristiche prestazionali e la loro destinazione.

**Tab.2.1** – *Fac-simile di tabella da utilizzare per la classificazione dei diversi tipi di calcestruzzo.*

		(UNI 11104-prosp.1)	(UNI 11104-prosp. 4)							
	Campi di impiego	Classi esposizione ambientale	Classe resistenza C (X/Y)	Rapporto a/c max	Contenuto minimo di cemento kg/m <sup>3</sup>	Contenuto di aria (solo per classi XF2, XF3 e XF4)	D <sub>MAX</sub> mm	Classe di consistenza al getto	Tipo di cemento - solo se necessario	Copriferro nominale
	Vedi Rel.	X0	C 16/20		200		20	S5	CE32.5	
	Vedi Rel.	XF4	C 28/35	0,45	360	3%	20	S4	CE32.5	3 cm

Le miscele, se prodotte con un processo industrializzato, di cui meglio si specifica nel paragrafo successivo, non necessitano di alcuna qualifica preliminare che si richiede invece per conglomerati prodotti senza processo industrializzato.

## 8.9 QUALIFICA DEL CONGLOMERATO CEMENTIZIO

In accordo alle Norme Tecniche per le Costruzioni per la produzione del calcestruzzo si possono configurare due differenti possibilità:

- 1) calcestruzzo prodotto senza processo industrializzato.
- 2) calcestruzzo prodotto con processo industrializzato;

Il caso 1) si verifica nella produzione limitata di calcestruzzo direttamente effettuata in cantiere mediante processi di produzione temporanei e non industrializzati. In tal caso la produzione deve essere effettuata sotto la diretta vigilanza del Direttore dei Lavori. Il D.M. 14/09/2006 prevede, in questo caso, la qualificazione iniziale delle miscele per mezzo della “Valutazione preliminare della Resistenza” (par. 11.1.3 delle Norme Tecniche per le Costruzioni) effettuata sotto la responsabilità dell'appaltatore o committente, prima dell'inizio della costruzione dell'opera, attraverso idonee prove preliminari atte ad accertare la resistenza caratteristica per ciascuna miscela omogenea di conglomerato che verrà utilizzata per la costruzione dell'opera. La qualificazione iniziale di tutte le miscele utilizzate deve effettuarsi per mezzo di prove certificate da parte dei laboratori di cui all'art.59 del D.P.R. n.380/2001 (Laboratori Ufficiali).

Nella relazione di prequalifica, nel caso di calcestruzzo prodotti senza processo industrializzato l'appaltatore dovrà fare esplicito riferimento a:

- materiali che si intendono utilizzare, indicandone provenienza, tipo e qualità;
- documenti sulla marcatura CE dei materiali costituenti;
- massa volumica reale s.s.a. e assorbimento, per ogni classe di aggregato, valutati secondo la Norma UNI 8520 parti 13a e 16a;
- studio granulometrico per ogni tipo e classe di calcestruzzo;
- tipo, classe e dosaggio del cemento;
- rapporto acqua-cemento;
- massa volumica del calcestruzzo fresco e calcolo della resa;
- classe di esposizione ambientale a cui è destinata la miscela;
- tipo e dosaggio degli eventuali additivi;
- proporzionamento analitico della miscela e resa volumetrica;
- classe di consistenza del calcestruzzo;
- risultati delle prove di resistenza a compressione;
- curve di resistenza nel tempo (almeno per il periodo 2-28 giorni);
- caratteristiche dell'impianto di confezionamento e stato delle tarature;
- sistemi di trasporto, di posa in opera e maturazione dei getti.

Il caso 2) è trattato dal D.M. 14/01/2008 al punto 11.1.8 che definisce come calcestruzzo prodotto con processo industrializzato quello prodotto mediante impianti, strutture e tecniche organizzate sia in cantiere che in uno stabilimento esterno al cantiere stesso.

Di conseguenza in questa fattispecie rientrano, a loro volta, tre tipologie di produzione del calcestruzzo:

- calcestruzzo prodotto in impianti industrializzati fissi;
- calcestruzzo prodotto negli stabilimenti di prefabbricazione;
- calcestruzzo prodotto in impianti industrializzati installati nei cantieri (temporanei).

In questi casi gli impianti devono essere idonei ad una produzione costante, disporre di apparecchiature adeguate per il confezionamento, nonché di personale esperto e di attrezzature idonee a provare, valutare e correggere la qualità del prodotto.

Al fine di contribuire a garantire quest'ultimo punto, gli impianti devono essere dotati di un sistema di controllo permanente della produzione allo scopo di assicurare che il prodotto abbia i requisiti previsti dalle Norme Tecniche per le Costruzioni e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla posa in opera.

Tale sistema di controllo non deve confondersi con l'ordinario sistema di gestione della qualità aziendale, al quale può affiancarsi.

Il sistema di controllo della produzione in fabbrica dovrà essere certificato da un organismo terzo indipendente di adeguata competenza e organizzazione, che opera in coerenza con la UNI EN 45012. A riferimento per tale certificazione devono essere prese le Linee Guida sul calcestruzzo preconfezionato edite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici allo scopo di ottenere un calcestruzzo di adeguate caratteristiche fisiche, chimiche e meccaniche.

Il sistema di controllo di produzione in fabbrica dovrà comprendere le prove di autocontrollo, effettuate a cura del produttore secondo quanto previsto dalle Linee Guida sul calcestruzzo preconfezionato. L'organismo di certificazione dovrà, nell'ambito dell'ispezione delle singole unità produttive dovrà verificare anche i laboratori utilizzati per le prove di autocontrollo interno. In virtù di tale verifica e sorveglianza del controllo di produzione le prove di autocontrollo della produzione sono sostitutive di quelle effettuate dai laboratori ufficiali.

Il programma delle prove di autocontrollo deve essere sviluppato in maniera tale da assicurare il rispetto dei disposti normativi per le numerose miscele prodotte, ma essere nel contempo contenuto in maniera tale da agevolarne l'applicazione, in virtù dell'elevato numero delle miscele prodotte in generale in un impianto di calcestruzzo preconfezionato.

È compito della Direzione Lavori accertarsi che i documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere indichino gli estremi della certificazione del sistema di controllo della produzione.

Ove opportuno il Direttore dei Lavori potrà richiedere la relazione preliminare di qualifica ed i relativi allegati (es. certificazione della marcatura CE degli aggregati, del cemento, etc.).

## 8.10 POSA IN OPERA DEL CALCESTRUZZO

Al momento della messa in opera del conglomerato è obbligatoria la presenza di almeno un membro dell'ufficio della direzione dei lavori incaricato a norma di legge e di un responsabile tecnico dell'Impresa appaltatrice. Nel caso di opere particolari, soggette a sorveglianza da parte di Enti ministeriali la confezione dei provini verrà effettuata anche alla presenza dell'Ingegnere incaricato della sorveglianza in cantiere.

Prima di procedere alla messa in opera del calcestruzzo, sarà necessario adottare tutti quegli accorgimenti atti ad evitare qualsiasi sottrazione di acqua dall'impasto. In particolare, in caso di casseforme in legno, andrà eseguita un'accurata bagnatura delle superfici.

È proibito eseguire il getto del conglomerato quando la temperatura esterna scende al disotto dei +5° C se non si prendono particolari sistemi di protezione del manufatto concordati e autorizzati dalla D.L. anche qualora la temperatura ambientale superi i 33° C.

Lo scarico del calcestruzzo dal mezzo di trasporto nelle casseforme si effettua applicando tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione.

L'altezza di caduta libera del calcestruzzo fresco, indipendentemente dal sistema di movimentazione e getto, non deve eccedere i 50 centimetri; si utilizzerà un tubo di getto che si accosti al punto di posa o, meglio ancora, che si inserisca nello strato fresco già posato e consenta al calcestruzzo di rifluire all'interno di quello già steso.

Per la compattazione del getto verranno adoperati vibratori a parete o ad immersione. Nel caso si adoperi il sistema di vibrazione ad immersione, l'ago vibrante deve essere introdotto verticalmente e spostato, da punto a punto nel calcestruzzo, ogni 50 cm circa; la durata della vibrazione verrà protratta nel tempo in funzione della classe di consistenza del calcestruzzo (tabella 4.1).

**Tab.4.1** – *Relazione tra classe di consistenza e tempo di vibrazione del conglomerato*

Classe di consistenza	Tempo minimo di immersione dell'ago nel calcestruzzo (s)
S1	25 - 30
S2	20 - 25
S3	15 - 20
S4	10 - 15
S5	5 - 10
F6	0 - 5
SCC	<i>Non necessita compattazione (salvo indicazioni specifiche della D.L.)</i>

Nel caso siano previste riprese di getto sarà obbligo dell'appaltatore procedere ad una preliminare rimozione, mediante scarifica con martello, dello strato corticale di calcestruzzo già parzialmente

indurito. Tale superficie, che dovrà possedere elevata rugosità (asperità di circa 5 mm) verrà opportunamente pulita e bagnata per circa due ore prima del getto del nuovo strato di calcestruzzo.

Qualora alla struttura sia richiesta la tenuta idraulica, lungo la superficie scarificata verranno disposti dei giunti “water-stop” in materiale bentonitico idroespansivo. I profili “water-stop” saranno opportunamente fissati e disposti in maniera tale da non interagire con le armature. I distanziatori utilizzati per garantire i copriferri ed eventualmente le reciproche distanze tra le barre di armatura, dovranno essere in plastica o a base di malta cementizia di forma e geometria tali da minimizzare la superficie di contatto con il cassero.

È obbligo della D.L. verificare la corretta esecuzione delle operazioni sopra riportate.

### 8.10.1 Tolleranze esecutive

Nelle opere finite gli scostamenti ammissibili (tolleranze) rispetto alle dimensioni e/o quote dei progetti sono riportate di seguito per i vari elementi strutturali:

- Fondazioni: plinti, platee, solettoni ecc:
  - posizionamento rispetto alle coordinate di progetto  $S = \pm 3.0\text{cm}$
  - dimensioni in pianta  $S = - 3.0\text{ cm o } + 5.0\text{ cm}$
  - dimensioni in altezza (superiore)  $S = - 0.5\text{ cm o } + 3.0\text{ cm}$
  - quota altimetrica estradosso  $S = - 0.5\text{ cm o } + 2.0\text{ cm}$
  
- Strutture in elevazione: pile, spalle, muri ecc.:
  - posizionamento rispetto alle coordinate degli allineamenti di progetto  $S = \pm 2.0\text{ cm}$
  - dimensione in pianta (anche per pila piena)  $S = - 0.5\text{ cm o } + 2.0\text{ cm}$
  - spessore muri, pareti, pile cave o spalle  $S = - 0.5\text{ cm o } + 2.0\text{ cm}$
  - quota altimetrica sommità  $S = \pm 1.5\text{ cm}$
  - verticalità per  $H \leq 600\text{ cm}$   $S = \pm 2.0\text{ cm}$
  - verticalità per  $H > 600\text{ cm}$   $S = \pm H/12$
  
- Solette e solettoni per impalcati, solai in genere:
  - spessore:  $S = -0.5\text{ cm o } + 1.0\text{ cm}$
  - quota altimetrica estradosso:  $S = \pm 1.0\text{ cm}$
  
- Vani, cassette, inserterie:
  - posizionamento e dimensione vani e cassette:  $S = \pm 1.5\text{ cm}$
  - posizionamenti inserti (piastre boccole):  $S = \pm 1.0\text{ cm}$

In ogni caso gli scostamenti dimensionali negativi non devono ridurre i copriferri minimi prescritti dal progetto.

### 8.10.2 Casseforme

Per tali opere provvisorie l'appaltatore comunicherà preventivamente alla direzione dei lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando l'esclusiva responsabilità dell'appaltatore stesso per quanto riguarda la progettazione e l'esecuzione di tali opere provvisorie e la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle. Il sistema prescelto dovrà comunque essere atto a consentire la realizzazione delle opere in conformità alle disposizioni contenute nel progetto esecutivo.

Nella progettazione e nella esecuzione delle armature di sostegno delle centinature e delle attrezzature di costruzione, l'appaltatore è tenuto a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata ed 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, tranvie, ecc.;
- per le interferenze con servizi di soprassuolo o di sottosuolo.

Tutte le attrezzature dovranno essere dotate degli opportuni accorgimenti affinché, in ogni punto della struttura, la rimozione dei sostegni sia regolare ed uniforme.

#### *Caratteristiche delle casseforme*

Per quanto riguarda le casseforme viene prescritto l'uso di casseforme metalliche o di materiali fibrocompresi o compensati; in ogni caso esse dovranno avere dimensioni e spessori sufficienti ad essere opportunamente irrigidite o controventate per assicurare l'ottima riuscita delle superfici dei getti e delle opere e la loro perfetta rispondenza ai disegni di progetto.

Nel caso di eventuale utilizzo di casseforme in legno, si dovrà curare che le stesse siano eseguite con tavole a bordi paralleli e ben accostate, in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature o disuguaglianze sulle facce in vista del getto. In ogni caso l'appaltatore avrà cura di trattare le casseforme, prima del getto, con idonei prodotti disarmanti conformi alla norma UNI 8866. Le parti componenti i casseri debbono essere a perfetto contatto e sigillate con idoneo materiale per evitare la fuoriuscita di boiaccia cementizia.

Nel caso di cassetta a perdere, inglobata nell'opera, occorre verificare la sua funzionalità, se è elemento portante, e che non sia dannosa, se è elemento accessorio.

#### *Pulizia e trattamento*

Prima del getto le casseforme dovranno essere pulite per l'eliminazione di qualsiasi traccia di materiale che possa compromettere l'estetica del manufatto quali polvere, terriccio etc. Dove e quando necessario si farà uso di prodotti disarmanti disposti in strati omogenei continui, su tutte le casseforme di una stessa opera dovrà essere usato lo stesso prodotto.

Nel caso di utilizzo di casseforme impermeabili, per ridurre il numero delle bolle d'aria sulla superficie del getto si dovrà fare uso di disarmante con agente tensioattivo in quantità controllata e la vibrazione dovrà essere contemporanea al getto.

#### *Predisposizione di fori, tracce e cavità*

L'appaltatore avrà l'obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni costruttivi per ciò che concerne fori, tracce, cavità, incassature, etc. per la posa in opera di apparecchi accessori quali giunti, appoggi, smorzatori sismici, pluviali, passi d'uomo, passerelle d'ispezione, sedi di tubi e di cavi, opere interruttive, sicurvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti d'impianti, etc..

#### *Disarmo*

Si potrà procedere alla rimozione delle casseforme dai getti quando saranno state raggiunte le prescritte resistenze. In assenza di specifici accertamenti, l'appaltatore dovrà attenersi a quanto stabilito all'interno delle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008).

Le eventuali irregolarità o sbavature, qualora ritenute tollerabili, dovranno essere asportate mediante scarifica meccanica o manuale ed i punti difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta cementizia a ritiro compensato immediatamente dopo il disarmo, previa bagnatura a rifiuto delle superfici interessate.

Eventuali elementi metallici, quali chiodi o reggette che dovessero sporgere dai getti, dovranno essere tagliati almeno 0.5 cm sotto la superficie finita e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento.

### **8.11 Getti faccia a vista**

I casseri devono essere puliti e privi di elementi che possano in ogni modo pregiudicare l'aspetto della superficie del conglomerato cementizio indurito.

Apposite matrici potranno essere adottate se prescritte in progetto per l'ottenimento di superfici a faccia vista con motivi o disegni in rilievo.

I disarmanti non dovranno assolutamente macchiare la superficie in vista del conglomerato cementizio.

Qualora si realizzino conglomerati cementizi colorati o con cemento bianco, l'uso dei disarmanti sarà subordinato a prove preliminari atte a dimostrare che il prodotto usato non alteri il colore.

Le riprese di getto saranno delle linee rette e, qualora richiesto dalla D.L., saranno marcate con gole o risalti di profondità o spessore di 2-3 cm., che all'occorrenza verranno opportunamente sigillati.

## 8.12 STAGIONATURA

Il calcestruzzo, al termine della messa in opera e successiva compattazione, deve essere stagionato e protetto dalla rapida evaporazione dell'acqua di impasto e dall'essiccamento degli strati superficiali (fenomeno particolarmente insidioso in caso di elevate temperature ambientali e forte ventilazione). Per consentire una corretta stagionatura è necessario mantenere costantemente umida la struttura realizzata; l'appaltatore è responsabile della corretta esecuzione della stagionatura che potrà essere condotta mediante:

- la permanenza entro casseri del conglomerato;
- l'applicazione, sulle superfici libere, di specifici film di protezione mediante la distribuzione nebulizzata di additivi stagionanti (agenti di curing);
- l'irrorazione continua del getto con acqua nebulizzata;
- la copertura delle superfici del getto con fogli di polietilene, sacchi di iuta o tessuto non tessuto mantenuto umido in modo che si eviti la perdita dell'acqua di idratazione;
- la creazione attorno al getto, con fogli di polietilene od altro, di un ambiente mantenuto saturo di umidità;
- la creazione, nel caso di solette e getti a sviluppo orizzontale, di un cordolo perimetrale (in sabbia od altro materiale rimovibile) che permetta di mantenere la superficie ricoperta da un costante velo d'acqua.

I prodotti filmogeni di protezione non possono essere applicati lungo i giunti di costruzione, sulle riprese di getto o sulle superfici che devono essere trattate con altri materiali.

Al fine di assicurare alla struttura un corretto sistema di stagionatura in funzione delle condizioni ambientali, della geometria dell'elemento e dei tempi di scasseratura previsti, l'appaltatore, previa informazione alla direzione dei lavori, eseguirà verifiche di cantiere che assicurino l'efficacia delle misure di protezione adottate.

Sarà obbligatorio procedere alla maturazione dei getti per almeno 7 giorni consecutivi. Qualora dovessero insorgere esigenze particolari per sospendere la maturazione esse dovranno essere espressamente autorizzate dalla direzione dei lavori.

Nel caso di superfici orizzontali non casserate (pavimentazioni, platee di fondazione...) dovrà essere effettuata l'operazione di bagnatura continua con acqua non appena il conglomerato avrà avviato la fase di presa. Le superfici verranno mantenute costantemente umide per almeno 7

giorni. Per i getti confinati entro casseforme l'operazione di bagnatura verrà avviata al momento della rimozione dei casseri, se questa avverrà prima di 7 giorni. Per calcestruzzi con classe di resistenza a compressione maggiore o uguale di C40/50 la maturazione deve essere curata in modo particolare.

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

La direzione dei lavori ha l'obbligo di eseguire controlli sistematici in corso d'opera per verificare la conformità tra le caratteristiche del conglomerato messo in opera e quello stabilito dal progetto e garantito in sede di valutazione preliminare.

Il controllo di accettazione va eseguito su miscele omogenee di conglomerato e, in funzione del quantitativo di conglomerato accettato, può essere condotto mediante (Norme Tecniche cap.11):

- controllo di tipo A;
- controllo di tipo B (obbligatorio nelle costruzioni con più di 1500 m<sup>3</sup> di miscela omogenea).

Il prelievo del conglomerato per i controlli di accettazione si deve eseguire a "bocca di betoniera" (non prima di aver scaricato almeno 0.3 mc di conglomerato), conducendo tutte le operazioni in conformità con le prescrizioni indicate nelle Norme Tecniche per le costruzioni (§ 11.1.4 PRELIEVO DEI CAMPIONI) e nella norma UNI-EN 206-1.

Il prelievo di calcestruzzo dovrà essere eseguito alla presenza della direzione dei lavori o di un suo incaricato.

In particolare i campioni di calcestruzzo devono essere preparati con casseforme rispondenti alla norma UNI EN 12390-1, confezionati secondo le indicazioni riportate nella norma UNI EN 12390-2 e provati presso un laboratorio Ufficiale secondo la UNI EN 12390-3.

Le casseforme devono essere realizzate con materiali rigidi al fine di prevenire deformazioni durante le operazioni di preparazione dei provini, devono essere a tenuta stagna e non assorbenti.

La geometria delle casseforme deve essere cubica di lato pari a 150 mm o cilindrica con diametro d pari a 150 mm ed altezza h 300 mm.

Il prelievo del calcestruzzo deve essere effettuato non prima di aver scaricato 0.3 mc di calcestruzzo e preferibilmente a metà dello scarico della betoniera. Il conglomerato sarà versato tramite canaletta all'interno di una carriola in quantità pari a circa 2 volte superiore a quello necessario al confezionamento dei provini. Il materiale versato verrà omogeneizzato con l'impiego di una sassola.

È obbligatorio inumidire tutti gli attrezzi necessari al campionamento (carriola, sessola) prima di utilizzarli, in modo tale da non modificare il contenuto di acqua del campione di materiale prelevato.

Prima del riempimento con il conglomerato, le casseforme andranno pulite e trattate con un liquido disarmante.

Per la compattazione del calcestruzzo entro le casseforme è previsto l'uso di uno dei seguenti mezzi:

- pestello di compattazione metallico a sezione circolare e con le estremità arrotondate, con diametro di circa 16 mm e lunghezza di circa 600 mm;
- barra diritta metallica a sezione quadrata, con lato di circa 25 mm e lunghezza di circa 380 mm;
- vibratore interno con frequenza minima di 120 Hz e diametro non superiore ad  $\frac{1}{4}$  della più piccola dimensione del provino;
- tavola vibrante con frequenza minima pari a 40 Hz.

Il riempimento della cassaforma deve avvenire per strati successivi di 75 mm, ciascuno dei quali accuratamente compattati senza produrre segregazioni o comparsa di acqua sulla superficie.

Nel caso di compattazione manuale, ciascuno strato verrà assestato fino alla massima costipazione, avendo cura di martellare anche le superficie esterne del cassero.

Nel caso si impieghi il vibratore interno, l'ago non dovrà toccare lungo le pareti verticali e sul fondo della cassetta.

La superficie orizzontale del provino verrà spianata con un movimento a sega, procedendo dal centro verso i bordi esterni.

Su tale superficie verrà applicata (annegandola nel calcestruzzo) un'etichetta di plastica/cartoncino rigido sulla quale verrà riportata l'identificazione del campione con inchiostro indelebile; l'etichetta sarà siglata dalla direzione dei lavori al momento del confezionamento dei provini.

L'esecuzione del prelievo deve essere accompagnata dalla stesura di un verbale di prelievo che riporti le seguenti indicazioni:

1. Identificazione del campione:

- tipo di calcestruzzo;
- numero di provini effettuati;
- codice del prelievo;
- metodo di compattazione adottato;
- numero del documento di trasporto;
- ubicazione del getto per il puntuale riferimento del calcestruzzo messo in opera (es. muro di sostegno, solaio di copertura...);

2. Identificazione del cantiere e dell'Impresa appaltatrice;
3. Data e ora di confezionamento dei provini;
4. La firma della D.L. In caso di opere particolari, soggette a sorveglianza da parte di Enti ministeriali (es. Dighe), il verbale di prelievo dovrà riportare anche la firma dell'Ingegnere incaricato della sorveglianza in cantiere.

Al termine del prelievo, i provini verranno posizionati al di sopra di una superficie orizzontale piana in una posizione non soggetta ad urti e vibrazioni.

Il calcestruzzo campionato deve essere lasciato all'interno delle casseforme per almeno 16 h (in ogni caso non oltre i 3 giorni). In questo caso sarà opportuno coprire i provini con sistemi isolanti o materiali umidi (es. sacchi di juta, tessuto non tessuto...). Trascorso questo tempo i provini dovranno essere consegnati presso il Laboratorio incaricato di effettuare le prove di schiacciamento dove, una volta rimossi dalle casseforme, devono essere conservati in acqua alla temperatura costante di  $20\pm 2$  °C oppure in ambiente termostato posto alla temperatura di  $20\pm 2$  °C ed umidità relativa superiore al 95%.

Nel caso in cui i provini vengano conservati immersi nell'acqua, il contenitore deve avere dei ripiani realizzati con griglie (è consentito l'impiego di reti elettrosaldate) per fare in modo che tutte le superfici siano a contatto con l'acqua.

L'Impresa appaltatrice sarà responsabile delle operazioni di corretta conservazione dei provini campionati e della loro custodia in cantiere prima dell'invio al Laboratorio incaricato di effettuare le prove di schiacciamento. Inoltre, l'Impresa appaltatrice sarà responsabile del trasporto e della consegna dei provini di calcestruzzo al Laboratorio Ufficiale unitamente ad una lettera ufficiale di richiesta prove firmata dalla Direzione Lavori.

Qualora per esigenze legate alla logistica di cantiere o ad una rapida messa in servizio di una struttura o di porzioni di essa si rende necessario prescrivere un valore della resistenza caratteristica a tempi inferiori ai canonici 28 giorni o a temperature diverse dai 20 °C i controlli di accettazione verranno effettuati con le stesse modalità sopra descritte fatta eccezione per le modalità di conservazione dei provini che verranno mantenuti in adiacenza alla struttura o all'elemento strutturale per il quale è stato richiesto un valore della resistenza caratteristica a tempi e temperature inferiori a quelle canoniche. Resta inteso che in queste situazioni rimane sempre l'obbligo di confezionare e stagionare anche i provini per 28 giorni a 20 °C e U.R. del 95% per valutare la rispondenza del valore caratteristico a quello prescritto in progetto.

I certificati emessi dal Laboratorio dovranno contenere tutte le informazioni richieste al punto 11.1.5.3 delle Norme Tecniche per le Costruzioni del 23.09.2005.

## **8.14 CONTROLLI SUPPLEMENTARI DELLA RESISTENZA A COMPRESSIONE**

### **8.14.1 Carotaggi**

Quando un controllo di accettazione dovesse risultare non soddisfatto e ogniqualvolta la D.L. lo ritiene opportuno la stessa può predisporre un controllo della resistenza del calcestruzzo in opera da valutarsi su carote estratte dalla struttura da indagare.

Le carote verranno estratte in modo da rispettare il vincolo sulla geometria di  $(h/D) = 1$  o  $= 2$  e non in un intervallo intermedio, in conformità con la norma prEN 13791.

### **8.14.2 Zona di prelievo**

Le carote verranno eseguite in corrispondenza del manufatto in cui è stato posto in opera il conglomerato non rispondente ai controlli di accettazione o laddove la D.L. ritiene che ci sia un problema di scadente o inefficace compattazione e maturazione dei getti.

Dovranno essere rispettati i seguenti vincoli per il prelievo delle carote:

- non in prossimità degli spigoli;
- zone a bassa densità d'armatura (prima di eseguire i carotaggi sarà opportuno stabilire l'esatta disposizione delle armature mediante apposite metodologie d'indagine non distruttive);
- evitare le parti sommitali dei getti;
- evitare i nodi strutturali;
- attendere un periodo di tempo, variabile in funzione delle temperature ambientali, tale da poter conseguire per il calcestruzzo in opera un grado di maturazione paragonabile a quello di un calcestruzzo maturato per 28 giorni alla temperatura di 20 °C.

## **8.15 PROVE DI CARICO**

L'appaltatore dovrà fornire ogni supporto utile all'esecuzione delle prove di carico rispettando fedelmente le procedure e le indicazioni fornitegli dal Direttore Lavori e dal Collaudatore. Allo scopo a suo carico e spese egli dovrà predisporre quanto necessario nel rispetto delle norme che attengono la sicurezza di uomini e cose oltre al rispetto dell'ambiente. Egli, infine, è tenuto ad accettare sia i risultati delle operazioni di collaudo sia le eventuali azioni ed interventi per sanare situazioni ritenute insoddisfacenti dalla direzione dei lavori, dal Collaudatore o dal progettista.

### **Art. 9 - CEMENTI ARMATI**

Oltre a richiamare quanto è stato prescritto con il precedente articolo per l'esecuzione di opera in cemento armato, l'Impresa dovrà attenersi strettamente alle normative di cui:

- Legge 5.11.1971 n. 1086 "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio semplice, normale e precompresso ed a struttura metallica";
- Legge 2.02.1974 n. 64 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche";
- D.M. 9 gennaio 1996 "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche".
- D.M. 16 gennaio 1996 "Norme tecniche relative ai Criteri generali per la verifica di

sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi”.

- D.M. 16 gennaio 1996 “Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche”.
- Ord. P.C.M. 20 marzo 2003, n. 3274 (Suppl. Ord. Alla G.U. 8.5.2003, n. 105).
- Ord. P.C.M. 2 ottobre 2003, n. 3316.
- D. Ministero Infrastrutture 14 gennaio 2008 (Suppl. Ord. Alla G.U. 4.2.2008, n. 29) “Nuove Norme tecniche per le costruzioni”.

L'esame o verifica, da parte della Direzione Lavori, dei progetti delle centine, ed armature di sostegno, non esonerano in alcun modo l'Impresa dalle responsabilità ad essa derivanti per legge e per le pattuizioni del contratto, restando stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla Direzione Lavori, l'Impresa rimane unica e completa responsabile delle opere, pertanto essa sarà tenuta a rispondere degli inconvenienti di qualsiasi natura, importanza e conseguenza che avessero a verificarsi. Nella posa in opera delle armature metalliche entro i casseri, dovranno essere impiegati opportuni distanziatori.

Dal giornale lavori del cantiere dovrà risultare, la data di inizio e fine dei getti e del disarmo. Se il getto dovesse essere effettuato durante la stagione invernale, l'Impresa dovrà tenere registrati giornalmente i minimi di temperatura desunti da un apposito termometro esposto nello stesso cantiere di lavoro.

#### Art. 10 - FERRO TONDO PER CEMENTI ARMATI

Il tondino sarà del diametro richiesto, perfettamente calibrato e corrispondente, in ogni caso alle vigenti disposizioni di legge. All'atto dell'impiego i materiali dovranno presentarsi privi di ossidazione, corrosione, difetti superficiali visivi, pieghe.

Nel corso delle operazioni di preparazione e posa delle armature metalliche si dovrà evitare, con particolare cura, qualsiasi danneggiamento quali intagli, pieghe, ecc.

Nella posa in opera delle armature metalliche entro i casseri, si dovrà provvedere affinché, sia rispettato il copriferro indicato nei disegni esecutivi forniti dalla Direzione Lavori; a tale scopo dovranno essere impiegati opportuni distanziatori. Qualsiasi armatura metallica dovrà essere realizzata e posa in opera nel rispetto delle dimensioni indicate nei sopraccitati dettagli costruttivi ed i getti si inizieranno solo dopo che la Direzione Lavori abbia verificato tali corrispondenze.

Il ferro tondo sarà del tipo B450C conforme al D.M. 14/01/2008, con le seguenti caratteristiche:

Proprietà	Requisito
Limite di snervamento $f_y$	$\geq 450$ MPa
Limite di rottura $f_t$	$\geq 540$ MPa
Allungamento totale al carico massimo $A_{gt}$	$\geq 7\%$
Rapporto $f_t/f_y$	$1,13 \leq R_m/R_e \leq 1,35$
Rapporto $f_y \text{ misurato} / f_y \text{ nom}$	$\leq 1,25$
Resistenza a fatica assiale*	2 milioni di cicli
Resistenza a carico ciclico*	3 cicli/sec (deformazione $1,5 \pm 4\%$ )
Idoneità al raddrizzamento dopo piega*	Mantenimento delle proprietà meccaniche superato, ai sensi del D.Lgs. 230/1995
Controllo radiometrico**	D. Lgs. 241/2000

\* = prove periodiche annuali  
\*\* = controllo per colata

#### Art. 11- OPERE DI DIFESA CON MASSI DI CAVA

Le opere di difesa verranno caso per caso fissate e delimitate dalla Direzione dei Lavori.

La difesa in scogliera a protezione delle scarpate arginali dovrà essere eseguita anche in presenza di acqua con pietra scelta proveniente dalle cave di Sarone, del Carso o locali, della qualità descritta nel presente capitolato e nell'allegato Elenco Prezzi.

Il pietrame da impiegare per il rivestimento dovrà avere un peso minimo di 1000 kg.

La scogliera a protezione e consolidamento delle scarpate o per formazione di soglie, dovrà essere effettuata collocando il pietrame in opera con benna mordente e non a getto, avendo cura che le pietre risultino in opera a configurazione pressoché regolare con la maggiore misura normale alla superficie rivestita.

La scogliera dovrà essere sistemata in modo da avere la sagoma indicata nelle sezioni tipo o prescritta dalla Direzione dei Lavori caso per caso.

#### Art. 12 - GEOTESSUTO TESSUTO

Il geotessuto tessuto a trama e ordito sarà impiegato quando previsto in progetto o prescritto dalla Direzione Lavori.

Durante la stesa l'Impresa dovrà curare in particolare la giunzione dei tele sul terreno mediante sovrapposizione per almeno 30 cm. In senso longitudinale e trasversale.

I teli non dovranno essere in alcun modo esposti al diretto passaggio dei mezzi di cantiere prima della loro totale copertura con materiale da rilevato per uno spessore di almeno 30 cm.

Il geotessuto tessuto dovrà essere ottenuto da intreccio di bandelle di polipropilene lungo due direzioni ortogonali.

Inoltre dovrà risultare resistente all'invecchiamento, imputrescibile, stabile ai solventi ed alle reazioni chimiche che si producono nel terreno stabile alla luce e all'azione dei microorganismi, inattaccabili dai roditori.

Il telo in rotoli avrà una massa areica non inferiore a 200 gr/mq e dovrà presentare le seguenti caratteristiche :

Resistenza a trazione nominale, misurata secondo la norma EN/ISO 10319 sarà rispettivamente non inferiore a:

- 40 kN/m nella direzione longitudinale;
- 40 kN/m nella direzione trasversale;
- 4.40 kN punzonamento statico ai sensi EN/ISO 122236

La Direzione Lavori verificherà preliminarmente la rispondenza del materiale alle caratteristiche di cui sopra sottoponendolo a prova presso laboratori qualificati a cura e spese dell'Impresa.

La Direzione Lavori si riserva inoltre la facoltà di prelevare campioni di geotessuto tessuto in corso d'opera per sottoporli, sempre a cura e spese dell'Impresa, alle prove che riterrà opportune presso laboratori qualificati.

#### Art. 13 – OPERE IN FERRO - NORME GENERALI E PARTICOLARI

Nei lavori in ferro, questo deve essere lavorato diligentemente con maestria, regolarità di forme e precisione di dimensioni, secondo i disegni che fornirà la direzione dei lavori, con particolare attenzione nelle saldature e bolliture. I fori saranno tutti eseguiti con trapano, le chiodature, ribattiture, ecc. dovranno essere perfette, senza bavature; i tagli essere rifiniti a lima.

Saranno rigorosamente rifiutati tutti quei pezzi che presentino imperfezione od inizio d'imperfezione.

Ogni pezzo ad opera completa in ferro sarà del tipo S275 e dovrà essere fornita a piè d'opera zincata a caldo .

Per ogni opera in ferro, a richiesta della Direzione dei lavori, l'impresa dovrà presentare il relativo modello, per la preventiva approvazione.

L'Impresa sarà in ogni caso obbligata a controllare gli ordinativi ed a rilevare sul posto le misure esatte delle diverse opere in ferro, essendo essa responsabile degli inconvenienti che potessero verificarsi per l'omissione di tale controllo.

In particolare si prescrive:

a) Chiusini, inferriate, cancellate, ecc. – Saranno costruiti a perfetta regola d'arte, secondo i tipo che verranno indicati all'atto esecutivo. Esso dovranno presentare tutti i regoli ben dritti, spianati ed in perfetta composizione. I tagli delle sconnessure per i ferri incrociati

mezzo a mezzo dovranno essere della massima precisione ed esattezza, ed il vuoto di uno dovrà esattamente corrispondere al pieno dell'altro, senza la minima ineguaglianza o discontinuità.

Le inferriate con i regoli intrecciati ad occhio non presenteranno nei buchi, formati a fuoco, alcuna fessura.

In ogni caso l'intreccio dei ferri dovrà essere diritto ed in parte dovrà essere munito di occhi, in modo che nessun elemento possa essere sfilato.

I telai saranno fissati ai ferri di orditura e saranno muniti di forti grappe ed arpioni, ben chiodati ai regoli di telaio in numero, dimensioni e posizioni che verranno indicate.

b) Infissi in ferro. – Gli infissi per finestre, vetrate ed altro, potranno essere richiesti con profilati in ferro-finestra o con ferri comuni profilati.

In tutti e due i casi dovranno essere simili al campione che potrà richiedere o fornire l'Amministrazione. Gli infissi potranno avere parte fissa od apribile, anche a vasistas, come sarà richiesto; le chiusure saranno eseguite a ricupero ad asta rigida, con corsa inversa ed avranno il ferro inferiore e superiore. Il sistema di chiusura potrà essere a leva od a manopola a seconda di come sarà richiesto. Le cerniere dovranno essere a quattro maschiature in numero di due o tre parti per ciascuna partita dell'altezza non inferiore a 12 cm. con ghiande terminali.

Gli apparecchi di chiusura e di manovra in genere dovranno risultare bene equilibrati e non richiedere eccessivi sforzi per la chiusura.

Le manopole e le cerniere, se richiesto, saranno cromate.

Le ante apribili dovranno essere munite di gocciolatoio.

Le ferramenta di ritegno dovranno essere proporzionate alla robustezza dell'infisso stesso.

Per tutte le strutture metalliche si dovranno osservare le norme di cui al precedente articolo.

#### Art. 14 - FONDAZIONE STRADALE IN MISTO GRANULARE STABILIZZATO

La fondazione in oggetto è costituita da miscela di terre granulometricamente stabilizzate; la frazione grossa della miscela (trattenuta al setaccio UNI 2 mm) può essere costituita da ghiaie, frantumati, detriti di cave, scorie d'altoforno o anche altro materiale ritenuto idoneo dalla D.L.

Lo strato di fondazione potrà essere formato da materiale idoneo oppure da correggersi con adeguata attrezzatura in impianto fisso di miscelazione, inoltre potranno essere eventualmente impiegate, su specifica indicazione della D.L., idonee miscele provenienti dal processo di riciclaggio di materiali edili.

Lo spessore da assegnare alla fondazione sarà fissato dal progetto o dalla D.L. e verrà realizzato mediante sovrapposizione di strati successivi.

#### *MATERIALI COSTITUENTI E LORO QUALIFICAZIONE*

##### *AGGREGATI*

Gli aggregati impiegati dovranno essere conformi alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione.

Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13242.

L'aggregato può essere costituito da elementi di provenienza o natura diversa purché per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti riportati in Tabella

AGGREGATI			
PARAMETRO	NORMATIVA	UNITÀ DI MISURA	VALORI RICHIESTI
dimensione max	UNI EN 933-.3	mm	≤63
quantità di frantumato	UNI EN 933-4	%	≥70
resistenza alla frammentazione (Los Angeles)	UNI EN 1097-2	%	≤30
resistenza al gelo e disgelo	UNI EN 1367-1	%	≤1
Coefficiente di Appiattimento	UNI EN 933-3	%	≤35
Coefficiente di forma	UNI EN 933-4	%	≤35
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	%	≥60
Limite liquido	UNI CEN ISO/TS 17892-12	%	≤15
indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	%	N.P.
Componenti idrosolubili	UNI EN 1744-3		ASSENTI
sostanze organiche	UNI EN 1744-3		ASSENTI

#### MISCELE

La composizione granulometrica della miscela, determinata in conformità alla norma UNI EN 13285 utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base +2, dovrà essere compresa nei limiti di fuso riportati in Tabella

FUSO GRANULOMETRICO FONDAZIONE STRADALE IN MISTO GRANULARE	
apertura setacci (mm)	Passante totale in peso (%)
63	100
31.5	75-100
25	66-93
20	60-87
16	53-81
12,5	46-76
8	35-67
4	25-55
2	15-40
0.5	7-23
0.25	5-17
0.063	2-9

La miscela degli aggregati impiegati per il confezionamento del misto granulare per lo strato di fondazione dovrà avere le caratteristiche granulometriche conformi ai requisiti definiti in Tabella

CARATTERISTICHE MISCELA			
PARAMETRO	NORMATIVA	UNITÀ DI MISURA	VALORE RICHIESTO
contenuto massimo dei fini	UNI EN 13285	%	≤5
contenuto minimo dei fini	UNI EN 13285	%	≥2
sopravaglio	UNI EN 13285	%	da 85 a 99

L'indice di portanza CBR (UNI EN 13286-47) sul materiale passante al setaccio 45, dopo quattro giorni di imbibizione in acqua, non deve essere minore del valore assunto per il calcolo della pavimentazione ed in ogni caso non minore di 50. È richiesto inoltre che tali condizioni siano verificate per un intervallo di  $\pm 2\%$  rispetto l'umidità ottimale di costipamento.

#### ACCETTAZIONE DELLE MISCELE

L'Impresa è tenuta a comunicare alla Direzione Lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle Lavorazioni e per ciascun cantiere di produzione uno studio comprendente:

- la composizione dei misti granulari che intende adottare;
- gli attestati di conformità CE
- la determinazione della curva di costipamento con energia Proctor modificata (UNI EN 13286-2)
- l'indice di portanza CBR in condizioni di saturazione (UNI EN 13286-47)

Le caratteristiche suddette dovranno essere accertate mediante prove di laboratorio sui campioni prelevati, prima dell'inizio delle lavorazioni.

Contemporaneamente l'impresa dovrà indicare, per iscritto, le fonti di approvvigionamento, il tipo di lavorazione che intende adottare, il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che verrà impiegata.

I requisiti di accettazione verranno accertati dalla Direzione Lavori con controlli sia preliminari che in corso d'opera, prelevando il materiale in sito già miscelato, prima e dopo aver effettuato il costipamento.

#### POSA IN OPERA

Il piano di posa dello strato dovrà avere le quote, la sagoma, i requisiti di compattezza ed essere ripulito da materiale estraneo. Il materiale verrà steso in strati di spessore finito non superiore a 25 cm e non inferiore a 10 cm e dovrà presentarsi, dopo costipato, uniformemente miscelato in modo da non presentare segregazione dei suoi componenti. L'eventuale aggiunta di acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione della densità, è da effettuarsi mediante dispositivi con idonei spruzzatori. La stesa va effettuata con finitrice o con grader appositamente equipaggiato.

A questo proposito si precisa che tutte le operazioni anzidette non devono essere eseguite quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato stabilizzato.

Verificandosi comunque eccesso di umidità o danni dovuti al gelo lo strato compromesso dovrà essere rimosso e ricostituito a cura e spese dell'Impresa.

Il materiale pronto per il costipamento dovrà presentare in ogni punto la prescritta granulometria.

Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli vibranti o vibranti gommati, tutti semoventi. L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno, per ogni cantiere, determinate dalla D.L. con prove sperimentali, usando le miscele messe a punto per quel cantiere (prove di costipamento), tali da portate all'eventuale taratura dei mezzi costipanti.

Il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito sino ad ottenere le caratteristiche specificate in Tabella

PARAMETRO	NORMATIVA	UNITÀ DI MISURA	VALORE RICHIESTO
densità in sito	DIN 18125 UNI EN 13286-2	%	≥98*
indice di portanza C.B.R.	UNI EN 13286-47	%	>50**
modulo di deformazione ( $E_{v2}$ ) con rapporto $E_{v2} / E_{v1}$ inferiore a 2,15	CNR 146 DIN 18134	MN/m <sup>2</sup>	≥100
modulo di deformazione dinamica	DIN 18134	MN/m <sup>2</sup>	≥***

\* delle densità massima fornita dalla prova Proctor modificata(UNI EN 13286-2)

\*\* su miscele compattate secondo AASHTO modificata dopo quattro giorni di imbibizione in acqua

\*\* DA DETERMINARE SPERIMENTALMENTE (CAMPO PROVE) IN CANTIERE

### CONTROLLI

Il controllo della qualità dei misti granulari e della loro posa in opera, deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sul materiale prelevato in sito al momento della stesa oltre che con prove sullo strato finito.

L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicate nella Tabella i controlli di accettazione sugli aggregati di cui al paragrafo precedente, saranno effettuati prima dell'inizio dei Lavori e ogni qualvolta cambino i luoghi di provenienza dei materiali

Nell'ambito dei controlli la granulometria del misto granulare va verificata giornalmente, prelevando il materiale in sito già miscelato, subito dopo aver effettuato il costipamento. Rispetto alla qualificazione delle forniture, nella curva granulometrica sono ammessi variazioni delle singoli percentuali dell'aggregato grosso di  $\pm 5$  punti e di  $\pm 2$  punti per l'aggregato fine. in ogni caso non devono essere superati i limiti relativi del fuso assegnato.

A compattazione ultimata la densità in sito, non deve essere inferiore al 98% del valore di riferimento misurato in laboratorio sulla miscela di progetto e dichiarato prima dell'inizio dei lavori. Le misure di densità sono effettuate secondo la norma DIN 18125 UNI EN 13286-2.

Per valori di densità inferiori a quello previsto viene applicata una detrazione per tutto il tratto omogeneo a cui il valore si riferisce:

- del 10% dell'Importo dello strato, per densità in sito comprese tra il 95 e 98% del valore di riferimento
- del 20% dell'Importo dello strato, per densità in sito comprese tra il 93 e 95% del valore di riferimento

Valori di densità inferiori al 93% a quello previsto comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Le prove di portanza devono essere effettuate, prima della costruzione degli strati di pavimentazione sovrastanti, con prove di carico su piastra da 300 mm. il modulo di deformazione deve risultare superiore a 100 MN/mq

Per valori medi del modulo di deformazione inferiori fino al 10% rispetto al valore richiesto, al misto granulare viene applicata una detrazione del 10% del prezzo. Per carenze comprese tra il 10% ed il 25% al misto granulare viene applicata una detrazione del 25% del prezzo, mentre per carenze superiori al 20%, il tratto considerato deve essere demolito e ricostruito a spese dell'Impresa.

La superficie finita deve risultare perfettamente piana, con scostamenti rispetto ai piani di progetto non superiore a 10 mm, controllati a mezzo di un regolo di 4m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali.

La verifica delle quote di progetto va eseguita con procedimento topografico, prevedendo in senso longitudinale un distanziamento massimo dei punti di misura non superiore a 20 metri nei tratti a curvatura costante e non superiore a 5 metri nei tratti a curvatura variabile, di variazione della pendenza trasversale.

Nelle stesse sezioni dei controlli longitudinali di quota va verificata la sagoma trasversale, prevedendo almeno due misure per ogni parte a destra e a sinistra dell'asse stradale. Lo spessore medio deve essere quello prescritto, con una tolleranza più o meno 5% purché tale differenza si presenti solo saltuariamente.

TIPO DI PROVA	UBICAZIONE	FREQUENZA	REQUISITI RICHIESTI
Aggregato	impianto	iniziale, poi ogni sei mesi	riferimento Tabella 2-1-- Tabella 2-3
miscela	strato finito	1000 mc di strato omogeneo	riferimento Tabella 2-2- Tabella 2-3
densità in sito	strato finito	1000 mq di fascia stesa	riferimento Tabella 2-4
Indice portanza CBR fondazioni	strato finito	1000 mq di fascia stesa	CNR BU 10009-64
modulo di deformazione ( $E_{v2}$ )	strato finito	1000 mq di fascia stesa	riferimento Tabella 2-4- prestazioni previste in progetto
Densità in sito strati Fondazioni	strato finito	1000 mq di fascia stesa	riferimento Tabella 2-4- prestazioni previste in progetto

#### Art. 15 - FONDAZIONE IN MISTO CEMENTATO PRODOTTO IN IMPIANTO

Il misto cementato per fondazione o per base sarà costituito da una miscela di aggregati lapidei, impastata con cemento ed acqua in impianto con dosatori a peso o a volume, da stendersi in unico strato dello spessore finito indicato in progetto e comunque non dovrà mai avere uno spessore finito superiore ai 20 cm o inferiore ai 10 cm.

#### *MATERIALI COSTITUENTI E LORO QUALIFICAZIONE*

##### *AGGREGATI*

Gli aggregati impiegati dovranno essere conformi alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione.

Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13242.

L'aggregato può essere costituito da elementi di provenienza o natura diversa purchè, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti riportati in Tabella

AGGREGATI			
PARAMETRO	NORMATIVA	UNITÀ DI MISURA	VALORI RICHIESTI
dimensione max	UNI EN 933-.3	mm	≤45
quantità di frantumato	UNI EN 933-4	%	≥70
resistenza alla frammentazione (Los Angeles)	UNI EN 1097-2	%	≤30
resistenza al gelo e disgelo	UNI EN 1367-1	%	≤1
Coefficiente di Appiattimento	UNI EN 933-3	%	≤35
Coefficiente di forma	UNI EN 933-4	%	≤35
Equivalenti in sabbia	UNI EN 933-8	%	≥60
Limite liquido	UNI CEN ISO/TS 17892-12	%	≤15
indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	%	N.P.
Componenti idrosolubili	UNI EN 1744-3		ASSENTI
sostanze organiche	UNI EN 1744-3		ASSENTI

#### CEMENTO

I cementi impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione.

Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 197-1. Si potranno impiegare i seguenti tipi di cemento:

- Tipo I (Portland)
- Tipo II (Portland composito)
- Tipo III (d'altoforno)
- Tipo IV (pozzolanico)
- Tipo V (Composito)

A titolo indicativo la percentuale di cemento sarà compresa tra il 2,5% ed il 3,5% sul peso degli aggregati asciutti.

#### ACQUA

L'acqua dovrà essere pura ed esente da sostanze organiche, oli, acidi, alcali, frazioni limo argillose e qualsiasi sostanza nociva. In casi di dubbio la Direzione lavori richiederà la verifica ai sensi della norma UNI EN 1008. La quantità di acqua dovrà essere quella corrispondente all'umidità ottimale di costipamento determinata nello studio della miscela con variazione compresa tra  $\pm 2\%$  del peso della miscela per consentire il raggiungimento delle resistenze appresso indicate. L'umidità potrà essere controllata in cantiere con sistemi rapidi. Nel caso di lavori durante la stagione calda sarà opportuno procedere alla miscelazione con eccesso di acqua ed eventualmente umidificare il misto cementato, prima della compattazione.

#### ADDITTIVI

È ammesso l'uso di additivi conformi alla norma UNI EN 934-2. Il loro dosaggio sarà stabilito con prove di Laboratorio, nella fase di studio delle miscele.

#### AGGIUNTE

Le aggiunte sono materiali inorganici finemente macinati che possono essere aggiunti al calcestruzzo per modificarne le caratteristiche o ottenerne di speciali. È ammesso l'utilizzo di ceneri volanti conformi alla norma UNI EN 450, sia ad integrazione dell'aggregato fine sia in sostituzione del cemento. La quantità in peso di ceneri da aggiungere, in sostituzione del cemento, per ottenere pari caratteristiche meccaniche, sarà stabilita con prove di laboratorio in fase di studio della miscela e comunque non potrà superare il 40% in peso del cemento indicato in prima istanza.

#### MISCELE

La miscela di aggregati da adottarsi per la realizzazione del misto cementato deve avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso riportato in Tabella

FUSO GRANULOMETRICO FONDAZIONE STRADALE IN MISTO CEMENTATO	
apertura setacci (mm)	Passante totale in peso %
45	100
31.5	90-100
16	60-80
8	40-55
4	26-40
2	17-30
1	12-22
0,5	6-15
0,25	4-10
0,125	2-6
0.063	2-5

Il contenuto di cemento, delle ceneri volanti, ed il contenuto d'acqua della miscela, saranno espressi come percentuale in peso rispetto al totale della miscela degli aggregati. Tali percentuali saranno stabilite in base ad uno studio effettuato con le modalità e prove previste dal B.U. CNR n° 29 . In alternativa la resistenza potrà essere valutata con i metodi descritti dalla norma UNI EN 14277-1. Le miscele adottate dovranno avere le caratteristiche riportate nella Tabella

PARAMETRO	NORMATIVA	UNITÀ DI MISURA	VALORE RICHIESTO
resistenza a compressione a 7 gg	CNR 29/72	N/mm <sup>2</sup>	2,5 ≤ Rc < 4,5
resistenza a trazione indiretta a 7 gg (prova Brasiliana)	CNR 97/84	N/mm <sup>2</sup>	≥ 0,25

Per particolari casi è facoltà della Direzione Lavori accettare valori di resistenza fino a 7.5 N/mm<sup>2</sup>

Nel caso in cui il misto cementato debba essere impiegato in zone in cui sussista il rischio di degrado per gelo e disgelo, è facoltà della Direzione Lavori richiedere che la miscela risponda ai requisiti della norma SN 640 59°.

#### ACCETTAZIONE DELLA MISCELA

L'impresa è tenuta a trasmettere alla Direzione Lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ciascun cantiere di produzione, una documentazione riguardante il progetto delle miscele che intende adottare comprendente:

- la composizione delle miscele studiate
- l'attestato di conformità CE delle pezzature di aggregato impiegate
- la granulometria delle miscele di aggregato studiate
- la composizione delle miscele studiate
- i risultati delle prove meccaniche

La documentazione dello studio di composizione effettuato non dovrà essere più vecchio di un anno.

Una volta accettato da parte della direzione lavori lo studio delle miscele, l'Impresa deve rigorosamente attenersi ad esso.

#### PRODUZIONE E CONFEZIONE DELLE MISCELE

Le miscele saranno confezionate in impianti fissi automatizzati di idonee caratteristiche, mantenuti sempre in ordine e perfettamente funzionanti in ogni loro parte. Gli impianti dovranno comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di progetto. La zona destinata allo stoccaggio degli inerti sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia e l'omogeneità degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei pre-dosatori eseguita con la massima cura. Si farà uso di almeno 4 classi di aggregati con pre-dosatori in numero corrispondente alle classi impiegate.

#### POSA IN OPERA

La miscela sarà stesa sul piano finito dello strato precedente dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di questo ai requisiti prescritti. Ogni depressione, avvallamento o ormaia presente sul piano di posa deve essere corretta prima della stesa. E' inoltre necessario verificare che il piano di posa sia sufficientemente umido e, se necessario, provvedere alla sua bagnatura evitando tuttavia la formazione di una superficie fangosa.

La stesa verrà eseguita impiegando macchine finitrici. Il tempo massimo tra l'introduzione dell'acqua nella miscela del misto cementato e l'inizio della compattazione non dovrà superare i 60 minuti.

Le operazioni di compattazione dello strato saranno realizzate con apparecchiature e sequenze adatte a produrre il grado di addensamento e le prestazioni richieste. La stesa della miscela non deve essere eseguita con temperature ambiente inferiori a 0°C e mai sotto la pioggia.

Nel caso in cui le condizioni climatiche (temperatura, soleggiamento, ventilazione) comportino una elevata velocità di evaporazione, è necessario provvedere ad una adeguata protezione delle miscele sia durante il trasporto che durante la stesa.

Il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce affiancate non deve superare di norma le due ore per garantire la continuità della struttura.

Strati eventualmente compromessi dalle condizioni metereologi che o da altre cause dovranno essere rimossi e sostituiti a cura e spese dell'Impresa.

#### *PROTEZIONE SUPERFICIALE*

Appena completati il costipamento e la rifinitura superficiale dello strato, dovrà essere eseguita la stesa di un velo protettivo di emulsione bituminosa acida al 55%, in ragione di 1,0-2,0 kg/mq, in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui potrà essere sottoposta la fondazione, con successivo spargimento di sabbia.

Il tempo di maturazione protetta non dovrà essere inferiore a 72 ore, durante le quali il misto cementato dovrà essere protetto dal gelo.

Strati eventualmente compromessi dalle condizioni meteorologiche o da altre cause dovranno essere rimossi e sostituiti a cura e spese dell'Impresa.

#### *REQUISITI DI ACCETTAZIONE E NORME DI CONTROLLO DELLE LAVORAZIONI*

Il controllo della qualità dei misti cementati e della loro posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela prelevata allo stato fresco al momento della stesa, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in situ.

L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicati nella Tabella.

Il prelievo del misto cementato fresco avverrà in contraddittorio al momento della stesa. Sui campioni saranno effettuati i controlli della percentuale di cemento, della distribuzione granulometrica dell'aggregato; i valori misurati in sede di controllo dovranno essere conformi a quelli dichiarati nella documentazione consegnata prima dell'inizio dei lavori. per quanto riguarda l'analisi granulometrica verrà ammessa una tolleranza di  $\pm 5$  punti % fino al setaccio 4 mm e di  $\pm 2$  punti % per il passante al setaccio 2 ed inferiori, purché non vengano superati i limiti del fuso. per la determinazione del contenuto di cemento si farà riferimento alla norma UNI 6393.

Sullo strato finito saranno effettuati i controlli dello spessore, della densità in sito e della portanza.

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

Per spessori medi inferiori al 95% dello spessore di progetto, verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione del 2,5% del prezzo di elenco per ogni mm di materiale mancante dallo spessore di progetto.

Carenze superiori al 20% dello spessore di progetto comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

A compattazione ultimata la densità in sito (DIN 18125-1 o -2), nel 95% dei prelievi, non deve essere inferiore al 98% del valore di riferimento (ottimo) misurato in laboratorio sulla miscela di progetto e dichiarato prima dell'inizio dei lavori.

Per valori di densità inferiori a quello previsto viene applicata una detrazione per tutto il tratto omogeneo a cui il valore si riferisce:

- del 10 % dell' importo dello strato e del pacchetto sovrastante per densità in sito comprese tra 95 e 98 % ;
- del 20 % dell' importo dello strato e del pacchetto sovrastante per densità in sito comprese tra 92 e 95 %;

Valori della densità inferiori al 92% del valore di riferimento comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

La misura della portanza viene determinata con prove di carico su piastra da 300 mm secondo la DIN 18134.

Possono inoltre essere impiegate prove rapide e/o ad alto rendimento come ad esempio la piastra dinamica leggera LFD. Il Modulo di deformazione  $E_{v2}$  deve risultare non inferiore a 180 MN/mq entro le 24 ore dalla realizzazione e non inferiore a 220 MN/mq dopo 3 giorni dalla realizzazione dello strato. Nei casi in cui il valore di portanza entro le 24 ore risulti superiore al valore minimo ( $E_{v2} \geq 200$  MN/mq) lo strato viene accettato senza l'ulteriore controllo a 3 giorni. Per valori del modulo di deformazione  $E_{v2}$  inferiori fino al 10% rispetto al valore richiesto, viene applicata una detrazione del 10% del prezzo. Per carenze comprese tra il 10% ed il 25% viene applicata una detrazione del 20% del prezzo, mentre per carenze superiori al 25%, il tratto considerato deve essere demolito e ricostruito a spese dell'Impresa.

La superficie finita della fondazione non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm verificato a mezzo di un'asta o regolo di 4 m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali.

L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicate nella Tabella

CONTROLLO DEI MATERIALI E VERIFICA PRESTAZIONALE			
TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE	REQUISITI RICHIESTI
Aggregato grosso	Impianto	Settimanale oppure Ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabella 3-1
Aggregato fino	Impianto	Settimanale oppure Ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabella 3-2
Acqua	Impianto	iniziale	Riferimento par. 3.1.3
cemento	impianto	iniziale	riferimento par. 3.1.2
misto cementato fresco	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 5.000 m <sup>2</sup> di stesa	curva granulometrica di progetto- contenuto di cemento
Carote per spessori	Pavimentazione	Ogni 200 m di fascia di stesa	Spessore previsto in progetto
strato finito densità in sito	Pavimentazione	Giornaliera oppure ogni 5.000 m <sup>2</sup> di stesa	98% del valore risultante dallo studio della miscela
strato finito portanza tre giorni dopo la posa in opera	Pavimentazione	Ogni 100 m di fascia di stesa	$E_{v2} \geq 220$ MN/m <sup>2</sup> $E_{v2} / E_{v1} \leq 2,15$

#### Art. 16 - FONDAZIONE SOTTOBASE IN MISTO CEMENTATO, CON LA TECNICA DELLA MISCELAZIONE IN SITO

Il misto cementato destinato all'ultimo strato di fondazione realizzato con miscelazione in sito sarà costituito da una miscela di inerti costituenti la preesistente fondazione in misto granulare o da materiale nuovo da miscelare in sito, mediante idonei miscelatori (pulvimixer), dopo aggiunta di calce o cemento ed acqua, per spessori variabili complessivi da 15 a 25 cm.

Altri spessori potranno essere richiesti purché non inferiori a 15 cm e non superiori a 30 cm.

#### *MATERIALI COSTITUENTI E LORO QUALIFICAZIONE*

##### *INERTI*

Nel caso di impiego della preesistente fondazione in misto granulare, occorrerà verificare l'assenza di sostanze plastiche (limi, argille) e la rispondenza alle prescrizioni granulometriche (UNI EN 933-1) indicate nel fuso seguente:

<b>FUSO GRANULOMETRICO FONDAZIONE MISTO GRANULARE STABILIZZATO A CEMENTO</b>	
apertura setacci (mm)	Passante totale in peso (%)
63	100
31.5	75-100
25	66-93
20	60-87
16	53-81
12,5	46-76
8	35-67
4	25-55
2	15-40
0.5	7-23
0.25	5-17
0.063	2-9

Qualora le caratteristiche del misto non rispondessero a tali indicazioni la D.L. potrà permetterne la correzione mediante aggiunta di inerti di dimensioni e caratteristiche tali da riportare la curva granulometrica nel fuso richiesto e per un massimo del 20% in peso del totale della miscela. Nel caso di impiego di misto granulare nuovo o da riciclaggio, qualora autorizzato dalla D.L., la curva granulometrica finale dovrà essere sempre continua ed uniforme e rispettare i limiti del fuso riportato in Tabella; gli inerti non dovranno avere forma allungata o lenticolare e la perdita in peso per abrasione Los Angeles (UNI EN 1097-2) non superiore a 30% in peso. L'indice di plasticità dovrà risultare uguale a zero.

#### *LEGANTI*

Verrà impiegato cemento Portland, d'alto forno o pozzolanico di classe 325. calce idrata. A titolo indicativo la percentuale di legante sarà compresa tra il 3,5% e il 5% sul peso degli inerti asciutti (corrispondenti circa a 50-80 kg/mc

#### *ACQUA*

Dovrà essere pura ed esente da sostanze organiche.

La quantità di acqua dovrà essere quella corrispondente all'umidità ottimale di costipamento determinata nello studio della miscela con variazione compresa tra  $\pm 2\%$  del peso della miscela per consentire il raggiungimento delle resistenze appresso indicate.

L'umidità potrà essere controllata in cantiere con sistemi rapidi. Nel caso di lavori durante la stagione calda sarà opportuno procedere alla miscelazione con eccesso di acqua ed eventualmente umidificare il misto miscelato, prima della compattazione.

#### *MISCELE*

##### *STUDIO E VERIFICA DELLA MISCELA IN LABORATORIO*

L'Impresa dovrà proporre alla D.L. la composizione granulometrica da adottare e le caratteristiche della miscela.

La percentuale di legante, come la percentuale di acqua, saranno stabilite in relazione alle prove di resistenza eseguite sui provini cilindrici confezionati entro stampi C.B.R. (CNR UNI 10009) impiegati senza disco spaziatore (altezza 17,78 cm, diametro 15,24 cm, volume 3242 cmc

Per la preparazione dei provini, gli stampi verranno muniti di collare di prolunga allo scopo di consentire il regolare costipamento dell'ultimo strato con la consueta eccedenza di circa 1 cm rispetto all'altezza dello stampo vero e proprio.

Tale eccedenza dovrà essere eliminata, previa rimozione del collare suddetto e rasatura dello stampo, affinché l'altezza del provino risulti definitivamente di cm 17,78. La miscela di studio verrà preparata partendo da tutte le classi previste per gli inerti mescolandole tra loro, con il legante e l'acqua nei quantitativi necessari ad ogni singolo provino.

Comunque prima di immettere la miscela negli stampi si opererà una vagliatura sul crivello UNI 25 mm allontanando gli elementi trattenuti (di dimensione superiore a quella citata) con la sola pasta di cemento ad essi aderente. I campioni da confezionare in laboratorio dovranno essere protetti in sacchi di plastica per evitare l'evaporazione dell'acqua.

La miscela verrà costipata su 5 strati con il pestello e l'altezza di caduta (norma CNR B.U. n.29-72) con 85 colpi per strato, in modo da ottenere una energia di costipamento pari a quella della prova citata (procedimento AASHTO modificato).

I provini dovranno essere estratti dallo stampo dopo 24 ore 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.

Operando ripetutamente nel modo suddetto, con l'impiego di percentuali in peso d'acqua diverse (sempre riferite alla miscela intera, compreso quanto eliminato per vagliatura sul crivello da 25 mm) potranno essere determinati i valori necessari al tracciamento dei diagrammi di studio. Lo stesso dicasi per le variazioni della percentuale di legante.

I provini dovranno avere resistenze a compressione a 7 giorni non minori di 25 Kg/cm<sup>2</sup> e non superiori a 45 Kg/cm<sup>2</sup> (CNR B.U. n° 29-72), ed a trazione indiretta secondo la prova "brasiliiana" non inferiori a 2,5 Kg/cm<sup>2</sup> (CNR B.U. n° 97-84). Per particolari casi e facoltà della D.L. potranno essere accettati valori di resistenza a compressione fino a 75 kg/cm<sup>2</sup> (questi valori per la compressione e la trazione devono essere ottenuti dalla media di 3 provini, se ciascuno dei singoli valori non si scosta dalla media stessa di  $\pm 15\%$ , altrimenti dalla media dei due restanti dopo aver scartato il valore anomalo). Da questi dati di laboratorio dovranno essere scelti le curve, la densità e le resistenze di progetto da usare come riferimento nelle prove di controllo.

#### *MODALITÀ ESECUTIVE*

La eventuale demolizione degli strati legati a bitume, realizzata secondo quanto definito dalla D.L., dovrà interessare la corsia da sistemare per una larghezza che sarà di volta in volta indicate dalla D.L. e che comunque non dovrà essere inferiore a 4,5 m. alla base dello scavo.

Si dovranno comunque comprendere nella superficie da demolire anche i giunti longitudinali dei vari strati eventualmente gradonando la sezione di scavo dalla quota superiore a quella inferiore in modo che la larghezza dello strato da miscelare non sia inferiore a 4,5 m (salvo espresse indicazioni della D.L.).

Nel caso di fondazioni in macadam o scapoli di pietrame e di fondazione in misto granulare o stabilizzato molto compromesse per la presenza di sostanze argillose o altro, si procederà, dietro preciso ordine della Direzione Lavori alla loro demolizione e asportazione.

La ricostruzione della fondazione sarà effettuata mediante la posa in opera di uno strato di misto granulare e/o misto cementato confezionato in Impianto secondo disposizioni della Direzione Lavori.

Nei casi di fondazione in misto granulare parzialmente compromessa (al di sotto del 50% della superficie dello scavo da risanare) si dovrà provvedere alla sostituzione dei materiali non idonei con materiali nuovi di caratteristiche granulometriche uguali a del materiale fresco di apporto descritte al punto precedente, salvo diverso avviso della Direzione Lavori.

La rimozione della parte di strato da trattare dovrà essere realizzata mediante scarifica con idonea pala cingolata munita di “rippers” per uno strato non inferiore a 20 cm, comunque da concordare con la Direzione dei Lavori..

Il cemento verrà distribuito in modo uniforme su tutta la superficie rimossa mediante idonei spargitori. Se inizia a piovere durante questa operazione, sarà necessario interrompere la distribuzione del cemento ed iniziare immediatamente la miscelazione del cemento con il misto granulare.

La miscelazione, proceduta da umidificazione il cui grado sarà definito in funzione della percentuale di umidità presente nel materiale da trattare e dalla condizioni ambientali, sarà realizzata con idonea attrezzatura approvata dalla Direzione Lavori in grado di rimuovere e mescolare uniformemente uno spessore minimo di 20 cm.

La miscelazione dovrà interessare tutta la superficie in modo uniforme comprese le fasce adiacenti alle pareti verticali dello scavo. La miscelazione non dovrà mai essere eseguita in condizioni ambientali e atmosferiche avverse quali: pioggia o temperatura ambiente non comprese tra 5° C e 35° C.

Le condizioni ambientali ottimali si verificano con temperature intorno ai 18°C e con tasso di Umidità di circa 50%.

Completata l'operazione di miscelazione si dovrà provvedere al regolare ripristino dei piani livellando il materiale con idonea attrezzatura secondo le quote e le disposizioni della direzione Lavori.

Il materiale dovrà presentare in ogni suo punto uniformità granulometrica e giusto dosaggio di cemento.

Le operazioni di costipamento e la successiva stesa dello strato di protezione dovranno essere eseguite immediatamente dopo le operazioni di miscelazione e risagomatura; dovranno essere ultimate entro tre ore dalla stesa del cemento.

Le operazioni di addensamento dello strato dovranno essere realizzate in ordine con le seguenti attrezzature:

- Rullo a due ruote vibranti da 10 t per ruota o rullo con una sola ruota vibrante di peso non inferiore a 18 t.

- Rullo gommato con pressione di gonfiaggio superiore a 5 atm con carico di almeno 18 t.

Potranno essere impiegati in alternativa rulli misti, vibranti gommati comunque tutti approvati dalla D.L., delle stesse caratteristiche sopra riportate.

La stesa della miscela non dovrà di norma essere eseguita con temperature ambiente inferiori a 5°C e superiori a 40°C e mai sotto la pioggia. Tuttavia, a discrezione della D.L., potrà essere consentita la stesa a temperature diverse.

Le condizioni ideali di lavoro si hanno con temperature comprese tra 15°C e 25°C ed umidità relativa del 50% circa;

temperature superiori saranno ancora accettabili con umidità relativa anch'essa crescente; comunque è opportuno, anche per temperature inferiori alla media, che l'umidità relativa all'ambiente non scenda al di sotto del 15%, in quanto ciò potrebbe provocare ugualmente una eccessiva evaporazione. Strati eventualmente compromessi dalle condizioni meteorologiche o da altre cause dovranno essere rimossi e sostituiti a totale cura e spese dell'Impresa.

#### *NORME DI CONTROLLO DELLE LAVORAZIONI*

Con esami giornalieri dovrà essere verificata la rispondenza delle caratteristiche granulometriche delle miscele.

Verrà ammessa una tolleranza di  $\pm 5$  punti % fino al passante al setaccio 4 mm e di  $\pm 2$  punti % per il passante al setaccio 2 ed inferiori, purché non vengano superati i limiti del fuso.

Potranno essere confezionati provini alla stesa od in laboratorio, con le stesse modalità e prescrizioni riportate al punto precedente (la miscela prelevata all'impianto od alla stesa dovrà essere opportunamente protetta dall'evaporazione dell'acqua e compattata mai oltre le due ore dalla preparazione).

Sui provini saranno eseguite le prove di costipamento.

A compattazione ultimata la densità in sito dovrà essere non inferiore al 98% nelle prove AASHTO modificato nel 98% delle misure effettuate (DIN 18125-1 o-2). Il valore del

modulo di deformazione Ev2 determinato con piastra da 30 cm di diametro (DIN 18134) determinato nell'intervallo compreso tra 1,5 e 2,5 daN/cm<sup>2</sup>, rilevato in un tempo compreso fra 1 giorno e 3 giorni dalla compattazione non dovrà mai essere inferiore a 180 MN/m<sup>2</sup> (CNR B.U. n°146-92). Per valori del modulo di deformazione Ev2 inferiori al 25% verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione del 20% del prezzo di elenco. Carenze superiori al 50% del modulo di deformazione Ev2 comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Per valori del modulo di deformazione Ev2 inferiori fino al 10% rispetto al valore richiesto, viene applicata una detrazione del 10% del prezzo. Per carenze comprese tra il 10% ed il 25% viene applicata una detrazione del 20% del prezzo, mentre per carenze superiori al 25%, il tratto considerato deve essere demolito e ricostruito a spese dell'Impresa.

La superficie finita dello strato non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm verificato a mezzo di un'asta o regolo di 4 m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali. Lo spessore stabilito dovrà avere tolleranze in difetto non superiori al 5% nel 98% dei rilevamenti; in caso contrario le zone con spessore in difetto saranno deprezzate del 20%.

L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicate nella Tabella

TIPO DI PROVA	FREQUENZA	NORMA DI PROVA
Classificazione terre fondazioni	2000 mc di strato omogeneo	CNR UNI 10006-63
Costipamento Fondazioni	2000 mc di strato omogeneo	AASHO modificato CNR BU 69-78
Indice portanza CBR fondazioni	2000 mc di strato omogeneo	CNR BU 10009-64
Prova piastra strati fondazioni	1000 mq di strato omogeneo	CNR BU 146-92 SNV 630317a
Densità in sito strati Fondazioni	1000 mq di strato omogeneo	CNR BU 22-72
Resistenza alla compressione	2000 mc di strato omogeneo	CNR BU 29-72

## Art. 17 - PAVIMENTAZIONI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO

### *CONGLOMERATI BITUMINOSI A CALDO TRADIZIONALI*

I conglomerati bituminosi a caldo tradizionali sono miscele, dosate a peso o a volume, costituite da aggregati lapidei di primo impiego, bitume, additivi, ed eventuale conglomerato riciclato.

I materiali oggetto della fornitura dovranno corrispondere ai requisiti fissati qui di seguito e negli articoli successivi, dovranno pertanto essere forniti di una idonea certificazione d'origine, che attesti la conformità delle proprie caratteristiche alle specifiche richieste delle presenti Norme.

In particolare, e per quanto applicabile, si fa esplicito riferimento al D.P.R. 21.04.1993, n. 246 di attuazione della Direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da costruzione e 10.12.1997, n. 499 Regolamento recante norme di attuazione della Direttiva 93/68/CEE per la parte che modifica la Direttiva 89/106/CEE in materia di prodotti da costruzione.

Nell'ambito di tale direttiva si richiama la seguente norma elaborata dal CEN:

- UNI EN 13108/1 (Miscele Tradizionali)
- UNI EN 13108/7 (Drenanti)
- UNI EN 13108/20 (Prove di tipo ITT)
- UNI EN 13108/21 (Controllo di produzione in fabbrica FPC).

Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13108-1.

## MATERIALI COSTITUENTI E LORO QUALIFICAZIONE

### LEGANTE

Il legante deve essere costituito da bitume Normale ed eventualmente da quello proveniente dal conglomerato riciclato additivato con ACF (attivanti chimici funzionali).

Il bitume deve essere del tipo 50/70 con le caratteristiche indicate nella Tabella

<b>Bitume 50/70</b>			
PARAMETRO	NORMATIVA	UNITÀ DI MISURA	VALORI RICHIESTI
Penetrazione a 25°C	UNI EN1426	dmm	50-70
Punto di rammollimento	UNI EN1427	°C	46 - 56
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	°C	≤ - 8
Viscosità dinamica a 160°C, $\gamma = 10s^{-1}$	UNI EN 13302	Pa·s	>0,10
<b>Valori dopo RTFOT</b>	EN12607-1		
Variazione di massa	uni en 12607-1	%	≤ 0,5
Penetrazione residua a 25°C	UNI EN1426	%	≥ 50
Incremento del punto di Rammollimento	UNI EN1427	°C	≤ 9

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del prodotto tramite certificazione attestante i requisiti indicati. Tale certificazione sarà rilasciata dal produttore o da un Laboratorio che opera per conto terzi.

### AGGREGATI

Gli aggregati lapidei, di primo impiego, costituiscono la fase solida dei conglomerati bituminosi a caldo confezionati con bitumi normali. Gli aggregati di primo impiego risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi, degli aggregati fini e del filler che può essere proveniente dalla frazione fina o di additivazione. Gli aggregati impiegati dovranno essere conformi alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata da marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043. La designazione dell'aggregato grosso dovrà essere effettuata mediante le dimensioni dei setacci appartenenti al gruppo di base più gruppo 2 della UNI EN 13043.

L'aggregato grosso deve essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee, da elementi naturali tondeggianti, da elementi naturali tondeggianti frantumati (un granulo si intende frantumato quando presenta meno del 20% di superficie arrotondata) da elementi naturali a spigoli vivi. Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purchè, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabelle allegate al variare del tipo di strada.

#### AGGREGATO GROSSO -

AUTOSTRADE e EXTRAURBANE PRINCIPALI					
Indicatori di qualità			Strato pavimentazione		
Parametro	Normativa	Unità di misura	Base	Binder	Usura
Los Angeles (*)	UNI EN 1097-2	%	≤ 25	≤ 25	≤ 20
Micro Deval umida (*)	UNI EN 1097-1	%	≤ 20	≤ 20	≤ 15
Percentuale di particelle frantumate	UNI EN 933-5	%	≥ 90	100	100
Dimensione max	UNI EN 933-1	mm	40	30	20
resistenza al gelo e disgelo	UNI EN 1367-1	%	≤ 30	≤ 30	≤ 30
Affinità aggregato-bitume a 24h	UNI EN 12697-11	%	>60%	>60%	>65%
Passante allo 0.063	UNI EN 933-1	%	≤ 1	≤ 1	≤ 1
Coefficiente di Appiattimento	UNI EN 933-3	%		≤ 25	≤ 20
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	%		≤ 1,5	≤ 1,5
Valore di levigabilità	UNI EN 1097-8	%			≥ 45

(\*) Uno dei due valori dei coeff. Los Angeles e Micro Deval Umida può risultare maggiore (fino a due punti) rispetto al limite indicato, purchè la loro somma risulti inferiore o uguale alla somma dei valori limite indicati.

EXTRAURBANE SECONDARIE E URBANE DI SCORRIMENTO, URBANE DI QUARTIERE E LOCALI					
Indicatori di qualità			Strato pavimentazione		
Parametro	Normativa	Unità di misura	Base	Binder	Usura
Los Angeles (*)	UNI EN 1097-2	%	≤30	≤25	≤20
Micro Deval umida (*)	UNI EN 1097-1	%	≤25	≤25	≤15
Percentuale di particelle frantumate	UNI EN 933-5	%	≥70	100	100
Dimensione max	UNI EN 933-1	Mm	40	30	20
resistenza al gelo e disgelo	UNI EN 1367-1	%	≤30	≤30	≤30
Affinità aggregato-bitume a 24h	UNI EN 12697-11	%	>60%	>60%	>65%
Passante allo 0.063	UNI EN 933-1	%	≤1	≤1	≤1
Coefficiente di Appiattimento	UNI EN 933-3	%		≤30	≤30
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	%		≤1,5	≤1,5
Valore di levigabilità	UNI EN 1097-8	%			≥45

(\*) Uno dei due valori dei coeff. Los Angeles e Micro Deval Umida può risultare maggiore (fino a due punti) rispetto al limite indicato, purché la loro somma risulti inferiore o uguale alla somma dei valori limite indicati.

Nello strato di usura la miscela finale degli aggregati deve contenere una frazione grossa di natura basaltica o porfirica, con Valore di Levigabilità  $\geq 43$ , pari almeno al 50% del totale dell'aggregato grosso.

In alternativa all'uso del basalto o del porfido si possono utilizzare inerti porosi naturali (vulcanici) od artificiali (argilla espansa "resistente" o materiali similari, scorie d'altoforno, loppe, ecc.) ad elevata rugosità superficiale (Valore di Levigabilità  $\geq 50$ ) di pezzatura 5/15 mm, in percentuali in peso pari almeno al 50% del totale dell'aggregato grosso, ad eccezione dell'argilla espansa che deve essere di pezzatura 5/10 mm, con percentuale in volume compresa tra il 25% ed il 35% degli inerti che compongono la miscela. L'aggregato fino deve essere costituito da elementi naturali e di frantumazione. La designazione dell'aggregato fine dovrà essere effettuata secondo la norma UNI EN 13043. A seconda del tipo di strada, gli aggregati fini per conglomerati bituminosi a caldo confezionati con bitume normale devono possedere le caratteristiche riassunte nelle Tabella successive

#### AGGREGATO FINO

AUTOSTRADE e EXTRAURBANE PRINCIPALI					
Indicatori di qualità			Strato pavimentazione		
Parametro	Normativa	Unità di misura	Base	Binder	Usura
Equivalentente in sabbia	UNI EN 933-8	%	≥50	≥60	≥75
Indice Plasticità	CNR-UNI 10014	%	N.P.		
Limite liquido	CNR-UNI 10014	%	≤25		
Passante allo 0.063	UNI EN 933-1	%		≤2	≤2
Quantità di frantumato	UNI EN 933-5	%		100	100

EXTRAURBANE SECONDARIE E URBANE DI SCORRIMENTO					
Indicatori di qualità			Strato pavimentazione		
Parametro	Normativa	Unità di misura	Base	Binder	Usura
Equivalentente in sabbia	UNI EN 933-8	%	≥50	≥60	≥70
Indice Plasticità	CNR-UNI 10014	%	N.P.		
Limite liquido	CNR-UNI 10014	%	≤25		
Passante allo 0.063	UNI EN 933-1	%		≤2	≤2
Quantità di frantumato	UNI EN 933-5	%		≥90	100

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, polvere di asfalto, ceneri volanti. La granulometria dell'aggregato filler, determinata secondo la norma UNI EN 933-10, dovrà essere conforme a quella prevista dalla norma UNI EN 13043. In ogni caso il filler per conglomerati bituminosi a caldo confezionati con bitume normale deve soddisfare i requisiti indicati nelle Tabelle

TUTTE LE STRADE			
Indicatori di qualità			Strato pavimentazione
Parametro	Normativa	Unità di misura	Base Binder Usura
Affinità aggregato-bitume a 24h	UNI EN 12697-11	%	≤5
Passante allo 0.2	UNI EN 933-10	%	100
Passante allo 0.0063	UNI EN 933-10	%	≥80
Indice Plasticità	CNR-UNI 10014		N.P.
Porosità del filler secco compattato (Ridgen)	UNI EN 1097-4	%	30-45
Stiffening Power (Rapporto filler/bitume =1,5)	UNI EN 13179-1	%	≥5

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 nelle Tabella precedenti. Tale certificazione sarà rilasciata dal produttore o da un Laboratorio che opera per conto terzi.

#### ADDITIVI

Gli additivi sono prodotti naturali o artificiali che, aggiunti agli aggregati o al bitume, consentono di migliorare le prestazioni dei conglomerati bituminosi.

Gli attivanti d'adesione sono sostanze tensioattive, che favoriscono l'adesione bitume-aggregato, sono additivi utilizzati per migliorare la durabilità all'acqua delle miscele bituminose.

Il loro dosaggio, da specificare obbligatoriamente nello studio della miscela, potrà variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto.

La scelta del tipo e del dosaggio di additivo dovrà essere stabilita in modo da garantire le caratteristiche di resistenza allo spogliamento e di durabilità all'azione dell'acqua riportate nella Tabelle. In ogni caso, l'attivante di adesione scelto deve presentare caratteristiche chimiche stabili nel tempo anche se sottoposto a temperatura elevata (180 °C) per lunghi periodi (15 giorni).

L'immissione delle sostanze tensioattive nel bitume deve essere realizzata con attrezzature idonee, tali da garantire l'esatto dosaggio e la loro perfetta dispersione nel legante bituminoso.

La presenza ed il dosaggio degli attivanti d'adesione nel bitume potranno essere verificati mediante la prova di separazione cromatografica su strato sottile (prova colorimetrica). Per la taratura del sistema di prova, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta ad inviare al Laboratorio indicato dalla Direzione Lavori un campione dell'attivante di adesione che intende utilizzare.

Gli attivanti chimici funzionali (ACF) impiegati per rigenerare le caratteristiche del bitume invecchiato contenuto nel conglomerato bituminoso da riciclare devono avere le caratteristiche chimico-fisiche riportate nella Tabella successiva. Il dosaggio varia in funzione della percentuale di conglomerato riciclato e delle caratteristiche del bitume in esso contenuto. Per determinare la quantità di ACF da impiegare si deve preventivamente calcolare la percentuale teorica del bitume nuovo da aggiungere con la seguente espressione:

$$P_n = P_t - (P_v \times P_r)$$

dove:

$P_n$  = percentuale di legante nuovo da aggiungere riferita al totale degli inerti;

$P_t$  = percentuale totale di bitume nella miscela di inerti nuovi e conglomerato di riciclo;

$P_v$  = percentuale di bitume vecchio (preesistente) riferita al totale degli inerti;

$P_r$  = valore decimale della percentuale di conglomerato riciclato.

Il valore di Pt viene determinato con l'espressione:

$$Pt=0,035 a + 0,045 b + cd + f$$

dove:

Pt = % di bitume in peso riferita alla miscela totale, espressa come numero intero;

a = % di aggregato trattenuto al setaccio UNI 2 mm;

b = % di aggregato passante al setaccio UNI 2 mm e trattenuto al setaccio 0,063 mm;

c = % di aggregato passante al setaccio 0,063 mm;

d = 0,15 per un passante al 0,063 mm compreso tra 11 e 15;

d = 0,18 per un passante al 0,063 mm compreso tra 6 e 10;

d = 0,20 per un passante al 0,063 mm  $\leq$  6;

f = parametro compreso normalmente fra 0,3 e 0,8, in funzione dell'assorbimento degli inerti.

Si procede quindi a costruire in un diagramma viscosità (a 60 °C) percentuale di rigenerante (rispetto al legante nuovo) una curva di viscosità con almeno tre punti misurati:

K = viscosità della miscela bitume estratto più bitume aggiunto nelle proporzioni determinate secondo i criteri precedenti, senza rigenerante.

M = viscosità della miscela bitume estratto più bitume aggiunto in cui una parte del bitume nuovo è sostituita dall'agente rigenerante nella misura del 5% in peso rispetto al bitume aggiunto.

F = viscosità della miscela simile alla precedente in cui una parte del bitume nuovo è sostituita dall'agente rigenerante nella misura del 10% in peso rispetto al bitume aggiunto.

Da questo diagramma mediante interpolazione lineare è possibile dedurre, alla viscosità di 2000 Pa·s, la percentuale di rigenerante necessaria.

Alternativamente, si consiglia di dosare la percentuale di ACF in ragione di 0.5% sul peso del bitume aggiunto per ogni 10% di fresato, verificandone a posteriori l'effettiva attività rigenerante.

L'immissione degli ACF nel bitume deve essere realizzata con attrezzature idonee, tali da garantire l'esatto dosaggio e la loro perfetta dispersione nel legante bituminoso

La presenza degli ACF nel bitume viene accertata mediante la prova di separazione cromatografica su strato sottile (prova colorimetrica).

Attivanti Chimici Funzionali			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore
Densità a 25/25°C	ASTM D - 1298		0,900 - 0,950
Punto di infiammabilità v.a.	ASTM D - 92	°C	200
Viscosità dinamica a 160°C, $\gamma = 10s^{-1}$	SNV 671908/74	Pa·s	0,03 - 0,05
Solubilità in tricloroetilene	ASTM D - 2042	% in peso	99,5
Numero di neutralizzazione	IP 213	mg/KOH/g	1,5-2,5
Contenuto di acqua	ASTM D - 95	% in volume	1
Contenuto di azoto	ASTM D - 3228	% in peso	0,8 - 1,0

#### *Conglomerato riciclato*

Per conglomerato riciclato deve intendersi il conglomerato bituminoso preesistente proveniente dalla frantumazione in frantoio di lastre o blocchi di conglomerato demolito con sistemi tradizionali, oppure dalla fresatura in sito eseguita con idonee macchine (preferibilmente a freddo).

Le percentuali in peso di materiale riciclato riferite al totale della miscela degli inerti, devono essere comprese nei limiti di seguito specificati:

- conglomerato per strato di base :  $\leq 25\%$

- conglomerato per strato di collegamento :  $\leq 15\%$

- conglomerato per binder multifunzionale e tappeto di usura : escluso l'impiego

Per la base può essere utilizzato conglomerato riciclato di qualsiasi provenienza; per il binder materiale proveniente da vecchi strati di collegamento ed usura. La percentuale di conglomerato riciclato da impiegare va obbligatoriamente dichiarata nello studio

preliminare della miscela che l'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori prima dell'inizio dei lavori.

#### MISCELE

La miscela degli aggregati di primo impiego e del conglomerato da riciclare, da adottarsi per i diversi strati, deve avere una composizione granulometrica contenuta nei fusi riportati in Tabella. La percentuale di legante totale (compreso il bitume presente nel conglomerato da riciclare), riferita al peso degli aggregati, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa Tabella.

Serie setacci		Base	Binder			Usura		
	mm		Binder 0-12 per ricariche	Binder 0-25	Binder multifunzionale	A (0-25)	B (0-15)	C (0-10)
setaccio	31,5	100	-	-		-	-	-
setaccio	25	80-100	-	-		-	-	-
setaccio	20	70-95	-	100	100	100	100	-
setaccio	12,5	45-70	100	65 – 85	80-95	90 – 100	100	100
setaccio	8	35-60	70-90	55 – 75	58-80	70 – 90	70-90	90-100
setaccio	4	25-50	40-60	35 – 55	40-55	40 – 55	40-60	38-48
setaccio	2	20-35	25-38	25 – 38	25-40	25 – 38	25-38	25-35
setaccio	0,5	7-21	12-21	11 – 21	11-24	12 – 21	12-21	13-21
setaccio	0,25	5-16	9-16	6 – 16	9-17	9 – 16	9-16	10-17
setaccio	0,063	4 – 7	6-9	4 – 7	6-9	6 - 9	6-9	8– 14
% di bitume rispetto gli inerti		4,0 – 5,0	4,5-5,5	4,5-5,5	4,5-5,5	4,8- 5,8	5,0- 6, 0	5,5- 6,2
Spessore, cm		> 6 cm	<4 cm	> 4 cm	> 4 cm	> 4 cm	3-4 cm	2-3 cm

Per i tappeti di usura il fuso A è da impiegare per spessori superiori a 4 cm, il fuso B per spessori di 3–4 cm, il fuso C per spessori di 2 - 3 cm. Per il fuso C almeno il 75% dell'Aggregato (grosso + fino) dovrà derivare da frantumazione di inerti che soddisfino i requisiti indicati in Tabella 5-2 e in Tabella 5-3, per gli strati di usura.

La quantità di bitume nuovo di effettivo impiego deve essere determinata mediante lo studio della miscela con metodo volumetrico. In via transitoria si potrà utilizzare, in alternativa, il metodo Marshall. Le caratteristiche richieste per lo strato di base, il binder ed il tappeto di usura sono riportate in Tabella.

METODO VOLUMETRICO	Strato pavimentazione				
	Unità di misura	Base	Binder 0-12 Binder 0-25	Binder multifunzionale	Usura
Condizioni di prova					
Angolo di rotazione		1.25° ± 0.02			
Velocità di rotazione	Rotazioni/min	30			
Pressione verticale	Kpa	600			
Diametro del provino	mm	150			
Risultati richiesti					
Vuoti a 10 rotazioni	%	10 – 14	10-14	10 – 14	10 – 14
Vuoti a 100 rotazioni (*)	%	3 – 5	3-5	3 – 5	4 – 6
Vuoti a 180 rotazioni	%	> 2	>2	> 2	> 2
Resistenza a trazione indiretta a 25°C (**)	N/mm <sup>2</sup>	≥0,60	≥0,60	≥0,60	≥0,60
Coefficiente di trazione indiretta a 25 °C (**)	N/mm <sup>2</sup>	>50	>50	>50	>50
Perdita di resistenza a trazione indiretta a 25°C dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤25	≤25	≤25	≤25
(*) La densità ottenuta con 100 rotazioni della pressa giratoria viene indicata nel seguito con D <sub>g</sub>					
(**) Su provini confezionati con 100 rotazioni della pressa giratoria					
metodo di prova UNI EN 12697-31					

METODO MARSHALL	Strato pavimentazione				
Condizioni di prova	Unità di misura	di Base	Binder 0-12 binder 0-25	Binder multifunzionale	Usura
Costipamento	75 colpi x faccia				
Risultati richiesti					
Stabilità Marshall	KN	8	10	10	12
Rigidezza Marshall	KN/mm	> 2,5		3-4,5	3-4,5
Vuoti residui (*)	%	4-7	3-7	4-6	3-6
Perdita di Stabilità Marshall dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤25	≤25	≤25	≤25
Resistenza a trazione indiretta a 25 °C	N/mm <sup>2</sup>	≥0,4	≥0,4	≥0,5	≥0,7
Coefficiente di trazione indiretta a 25 °C	N/mm <sup>2</sup>	> 60	> 60	> 65	> 70
	(*) La densità Marshall viene indicata nel seguito con D <sub>M</sub>				
metodo di prova UNI EN 12697-34					

#### ACCETTAZIONE DELLE MISCELE

L'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori, almeno 15 giorni prima della posa in opera e per ciascun impianto di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare; ciascuna composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati comprendente anche gli attestati di conformità CE delle miscele.

La documentazione dello studio di composizione effettuato non dovrà essere più vecchio di un anno.

Una volta accettato da parte della Direzione Lavori lo studio della miscela proposto, l'Impresa deve attenersi rigorosamente.

Nella curva granulometrica sono ammessi scostamenti delle singole percentuali dell'aggregato grosso di  $\pm 7$ ; sono ammessi scostamenti dell'aggregato fino contenuti in  $\pm 4$ ; scostamenti del passante al setaccio 0,063 mm contenuti in  $\pm 2$ .

Per la percentuale di bitume è tollerato uno scostamento di  $\pm 0,25$ .

Tali valori devono essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate alla stesa, come pure dall'esame delle carote prelevate in sito, tenuto conto per queste ultime della quantità teorica del bitume di ancoraggio.

#### CONFEZIONAMENTO DELLE MISCELE

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

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

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

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

Nel caso di eventuale impiego di conglomerato riciclato l'impianto deve essere attrezzato per il riscaldamento separato del materiale riciclato, ad una temperatura compresa tra 90°C e 110°C.

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

Lo stoccaggio del conglomerato bituminoso riciclato deve essere al coperto. L'umidità del conglomerato riciclato prima del riscaldamento deve essere comunque inferiore al 4%. Nel caso di valori superiori l'impiego del riciclato deve essere sospeso.

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

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

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 160°C e 180° C e quella del legante tra 150° C e 170° C, in rapporto al tipo di bitume impiegato.

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

#### *PREPARAZIONE DELLE SUPERFICI DI STESA*

Prima della realizzazione di uno strato di conglomerato bituminoso è necessario preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione, con dosaggi opportuni, di emulsioni bituminose aventi caratteristiche specifiche. A seconda che lo strato di supporto sia in misto granulare oppure in conglomerato bituminoso la lavorazione corrispondente prenderà il nome rispettivamente di mano di ancoraggio e mano d'attacco.

Per mano di ancoraggio si intende una emulsione bituminosa a rottura lenta e bassa viscosità, applicata sopra uno strato in misto granulare prima della realizzazione di uno strato in conglomerato bituminoso. Scopo di tale lavorazione è quello di riempire i vuoti dello strato non legato irrigidendone la parte superficiale fornendo al contempo una migliore adesione per l'ancoraggio del successivo strato in conglomerato bituminoso.

Il materiale da impiegare a tale fine è rappresentato da una emulsione bituminosa cationica, le cui caratteristiche sono riportate in Tabella, applicata con un dosaggio di bitume residuo almeno pari a 1,0 Kg/mq.

Per mano d'attacco si intende una emulsione applicata sopra una superficie di conglomerato bituminoso prima della realizzazione del nuovo strato, avente lo scopo di evitare possibili scorrimenti relativi aumentando l'adesione all'interfaccia.

Le caratteristiche ed il dosaggio variano a seconda che l'applicazione riguardi la costruzione di una nuova sovrastruttura oppure un intervento di manutenzione.

Nel caso di nuove costruzioni, il materiale da impiegare è rappresentato da una emulsione bituminosa a rapida rottura avente le caratteristiche riportate in Tabella, dosata in modo che il bitume residuo risulti pari a 0.30 Kg/mq

Qualora il nuovo strato venga realizzato sopra una pavimentazione esistente il dosaggio deve essere aumentato in modo che il bitume residuo risulti pari a 0.35 Kg/mq

Prima della stesa della mano d'attacco l'Impresa dovrà rimuovere tutte le impurità presenti e provvedere alla sigillatura di eventuali zone porose e/o fessurate mediante l'impiego di una malta bituminosa sigillante.

INDICATORE DI QUALITÀ	NORMATIVA	UNITÀ DI MISURA	CATIONICA 55%
Polarità	UNI EN 1430		positiva
Contenuto di acqua % peso	UNI EN 1428	%	45±2
Contenuto di bitume+flussante	UNI EN 1431	%	55±2
Flussante (%)	UNI EN 1431	%	0-3

INDICATORE DI QUALITÀ	NORMATIVA	UNITÀ DI MISURA	CATIONICA 55%
Viscosità Engler a 20 °C	CNR 102/84	°E	2-6
Sedimentazione a 7 gg	UNI EN 12847	%	< 5
Residuo bituminoso			
Penetrazione a 25 °C	UNI EN 1426	dmm	180-200
Punto di rammolimento	UNI EN 1427	°C	≥30

#### *POSA IN OPERA DELLE MISCELE*

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

Le vibrofinitrici devono comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi. Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente. Qualora ciò non sia possibile il bordo della striscia già realizzata deve essere spalmato con emulsione bituminosa cationica per assicurare la saldatura della striscia successiva. Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si deve procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura. I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere devono essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento. La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati deve essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa deve avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni. La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la finitrice deve risultare in ogni momento non inferiore a 140° C.

La stesa dei conglomerati deve essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro. Gli strati eventualmente compromessi devono essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.

La compattazione dei conglomerati deve iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni. L'addensamento deve essere realizzato preferibilmente con rulli gommati. Per gli strati di base e di binder possono essere utilizzati anche rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati, di idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili. Per lo strato di usura può essere utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche del peso massimo di 15t. Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso. La superficie degli strati deve presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato deve aderirvi uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 5 mm.

La miscela bituminosa dello strato di base verrà stesa dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza della fondazione ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto. Nel caso di stesa in doppio strato essi devono essere sovrapposti nel più breve tempo possibile. Qualora la seconda stesa non sia realizzata entro le 24 ore successive tra i due strati deve essere interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa in ragione di 0,3 Kg/mq di bitume residuo. La miscela bituminosa del binder e del tappeto di usura verrà stesa sul piano finito dello strato sottostante dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

## CONTROLLI

Tutti i tipi di strade

Il controllo della qualità dei conglomerati bituminosi e della loro posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela e sulle carote estratte dalla pavimentazione.

L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicati nella Tabella 5-12. Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni; un campione viene utilizzato per i controlli presso un Laboratorio indicato dalla Direzione Lavori, l'altro resta a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.

Sui materiali costituenti devono essere verificate le caratteristiche di accettabilità.

Sulla miscela vengono determinate: la percentuale di bitume, la granulometria degli aggregati, la quantità di attivante d'adesione e vengono inoltre controllate le caratteristiche di idoneità mediante la Pressa Giratoria.

I provini confezionati mediante l'apparecchiatura Pressa Giratoria devono essere sottoposti a prova di rottura diametrale a 25 °C (Brasiliana).

In mancanza della Pressa Giratoria vengono effettuate prove Marshall: peso di volume (DM), stabilità e rigidità (UNI EN 12697-30); percentuale dei vuoti residui (UNI EN 12697-30); perdita di Stabilità dopo 15 giorni di immersione in acqua (UNI EN 12697-12); resistenza alla trazione indiretta (Prova Brasiliana – UNI EN 12697-23).

Dopo la stesa la Direzione Lavori preleverà delle carote per il controllo delle caratteristiche del conglomerato e la verifica degli spessori.

Sulle carote vengono determinati il peso di volume, la percentuale dei vuoti residui, il grado di costipamento e comunque tutti i parametri che saranno ritenuti necessari dalla direzione Lavori.

Lo spessore dello strato verrà determinato, per ogni tratto omogeneo di stesa, facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate dalle carote estratte dalla pavimentazione, assumendo per i valori con spessore in eccesso di oltre il 5% rispetto a quello di progetto, valori corrispondente allo spessore di progetto moltiplicato per 1,05.

Per spessori medi inferiori al 95% dello spessore di progetto, verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione del 2,5% del prezzo di elenco per ogni mm di materiale mancante dallo spessore di progetto.

Carenze superiori al 20% dello spessore di progetto comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

La densità in sito, per ogni tratto omogeneo di stesa, nel 95% dei prelievi, deve essere non inferiore al 98% del valore del campione di conglomerato bituminoso prelevato al momento della stesa e compattato tramite pressa giratoria o metodo Marshall. Le misure di densità vengono effettuate su carote prelevate dalla stesa oppure eseguite con sistemi non distruttivi, quali nucleo densimetri o simili, individuati dalla DL in accordo con l'Impresa, prima dell'inizio dei lavori.

Per valori di densità inferiori a quello previsto viene applicata una detrazione per tutto il tratto omogeneo a cui il valore si riferisce:

- del 10 % dell' importo dello strato e del pacchetto sovrastante per densità in sito comprese tra 95 e 98 % ;

- del 20 % dell' importo dello strato e del pacchetto sovrastante per densità in sito comprese tra 92 e 95 %;

Valori della densità inferiori al 92% del valore di riferimento comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Per valori dei vuoti, determinati sulle carote, superiori al 7,50% per gli strati di usura, di binder e di binder multifunzionale, e superiori all'8,50% per gli strati di base e binder 0-12, verrà applicata una detrazione del 2,5% del prezzo di elenco per ogni 0,5% di vuoti in più, fino al valore massimo accettabile (per i vuoti in opera) del 12,00%.

Valori dei vuoti superiori al 12,00% comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Per scostamenti della quantità di bitume riscontrata nelle carote o nei campioni prelevati al momento della stesa oltre la tolleranza ammessa del -0,25% dal valore previsto nello studio

della miscela, verrà operata una detrazione per ogni 0,1 punto percentuale di scostamento pari al 2% del prezzo di elenco, per tutto il tratto omogeneo.

Per l'eccesso nella quantità di bitume, per la rigidità Marshall fuori dai limiti prescritti, per percentuali di vuoti residui, inferiori al valore minimo, la Direzione Lavori valuta l'accettabilità del conglomerato e le detrazioni da applicare.

Nel periodo compreso tra 15° ed il 180° giorno dall'apertura dal traffico verrà misurata l'aderenza (resistenza all'attrito radente) con lo Skid Tester secondo la norma UNI EN 13036-4. In alternativa potrà essere determinato il Coefficiente di Aderenza Trasversale (CAT) misurato con l'apparecchiatura SCRIM (CNR 147/92). I valori di BNP (British Pendulum Number) dovranno essere maggiori o uguali a 60 (in alternativa CAT maggiore a 0,60).

L'altezza di sabbia (HS), determinata secondo la metodologia CNR 94/83, o mediante apparecchiature a rilievo continuo, deve essere superiore o uguale a 0,4 mm.

Le misure di HS devono essere effettuate in un periodo di tempo compreso tra il 15° ed il 180° giorno dall'apertura al traffico.

Per quanto riguarda le misure di HS eseguite con il "mini texture meter" il valore da assumere come riferimento è la media dei quattro valori ottenuti misurando quattro strisciate longitudinali, distanziate in senso trasversale di 50 cm, preferibilmente ubicate nelle zone più battute dalle ruote. Qualora il valore medio di BNP o HS, per ciascuna tratta omogenea, sia inferiore ai valori prescritti, verrà effettuata una detrazione pari 15% del prezzo di elenco.

Nei casi in cui il valore medio di BNP o di HS sia inferiore o uguale rispettivamente a 40 e 0,25 mm si deve procedere all'asportazione completa con fresa dello strato e alla stesa di un nuovo tappeto. In alternativa si può procedere all'effettuazione di trattamenti di irruvidimento per portare il valore deficitario al disopra della soglia di accettabilità. Se comunque al termine di tali operazioni, pur avendo superato il limite di accettabilità, non si raggiungessero i valori prescritti verrà applicata la detrazione del 20% del prezzo.

Le penali precedentemente indicate sono cumulabili e non escludono ulteriori detrazioni per difetto dei materiali costituenti, della miscela utilizzata rispetto a quella proposta dall'Impresa e/o della sua posa in opera, sempre che le carenze riscontrate rientrino nei limiti di accettabilità e non pregiudichino la funzionalità dell'opera.

TUTTE LE STRADE				
Controllo dei materiali e verifica prestazionale				
STRATO	TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE	REQUISITI RICHIESTI
Base, Binder, Usura	Bitume	Cisterna	Settimanale oppure Ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabella 5-1
Base, Binder, Usura	Aggregato grosso	Impianto	Settimanale oppure Ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabella 5-2, 5-3
Base, Binder, Usura	Aggregato fino	Impianto	Settimanale oppure Ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabella 5-4,5-5
Base, Binder, Usura	Filler	Impianto	Settimanale oppure Ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabella 5-6
Base, Binder,	Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 5.000 m <sup>2</sup> di stesa	Caratteristiche risultanti dallo studio della miscela

Usura	Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 10.000 m <sup>2</sup> di stesa	Caratteristiche risultanti dallo studio della miscela
Base, Binder, Usura	Carote per spessori	Pavimentazione	Ogni 200 m di fascia di stesa	Spessore previsto in progetto
Base, Binder, Usura	Carote per densità in sito, e percentuale di vuoti	Pavimentazione	Ogni 1000 m di fascia di stesa	98% del valore risultante dallo studio della miscela
Usura	Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 100 m di fascia di stesa	BPN ≥ 60 CAT ≥ 0,60 HS ≥ 0,4

#### CONGLOMERATI BITUMINOSI A CALDO MIGLIORATI

I conglomerati bituminosi a caldo migliorati sono miscele, dosate a peso o a volume, costituite da aggregati lapidei di primo impiego, bitume, polimeri, additivi ed eventuale conglomerato riciclato.

I materiali oggetto della fornitura dovranno corrispondere ai requisiti fissati qui di seguito e negli articoli successivi, dovranno pertanto essere forniti di una idonea certificazione d'origine, che attesti la conformità delle proprie caratteristiche alle specifiche richieste delle presenti Norme. In particolare, e per quanto applicabile, si fa esplicito riferimento al D.P.R. 21.04.1993, n. 246 di attuazione della Direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da costruzione e 10.12.1997, n. 499 Regolamento recante norme di attuazione della Direttiva 93/68/CEE per la parte che modifica la Direttiva 89/106/CEE in materia di prodotti da costruzione.

Nell'ambito di tale direttiva si richiama la seguente norma elaborata dal CEN:

- UNI EN 13108/1 (Miscele Tradizionali)
- UNI EN 13108/7 (Drenanti)
- UNI EN 13108/20 (Prove di tipo ITT)
- UNI EN 13108/21 (Controllo di produzione in fabbrica FPC).

Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13108-1.

#### MATERIALI COSTITUENTI E LORO QUALIFICAZIONE

##### LEGANTE

Il legante deve essere costituito da bitume Modificato ed eventualmente da quello proveniente dal conglomerato riciclato additivato con ACF (attivanti chimici funzionali).

I bitumi possono essere:

- bitume modificato, contenenti polimeri elastomerici e/o plastomerici che ne modificano la struttura chimica e le caratteristiche fisiche e meccaniche. Il bitume deve avere le caratteristiche indicate nella Tabella

BITUME MODIFICATO			
parametro	Normativa	unità di misura	
Penetrazione a 25°C	UNI EN1426	dmm	50-70
Punto di rammollimento	UNI EN1427	°C	≥70
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	°C	≤ - 15

Viscosità dinamica a 160°C, $\gamma = 10s^{-1}$	UNI EN 13072-1	Pa·s	> 0,35
Ritorno elastico a 25 °C	UNI EN 13398	%	≥ 75%
Stabilità allo stoccaggio 3gg a 180°C Variazione del punto di Rammollimento	UNI EN 13399	°C	≤ 3
Valori dopo RTFOT	UNI EN 12607-1		
Variazione di massa	UNI EN 12607-1	%	≤ 0,8
Penetrazione residua a 25°C	UNI EN1426	%	≥ 60
Incremento del punto di Rammollimento	UNI EN 1427	°C	≤ 5

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del prodotto tramite certificazione attestante i requisiti indicati. Tale certificazione sarà rilasciata dal produttore o da un Laboratorio che opera per conto terzi.

#### AGGREGATI

Gli aggregati lapidei, di primo impiego o di riciclo, costituiscono la fase solida dei conglomerati bituminosi a caldo confezionati con bitumi modificati. Gli aggregati di primo impiego risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi, degli aggregati fini e del filler che può essere proveniente dalla frazione fina o di additivazione. Gli aggregati impiegati dovranno essere conformi alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata da marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043.

L'aggregato grosso deve essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee, da una frazione di elementi naturali tondeggianti nel solo strato di base, da elementi naturali tondeggianti frantumati (un granulo si intende frantumato quando presenta meno del 20% di superficie arrotondata) 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 nelle Tabelle al variare del tipo di strada.

#### AGGREGATO GROSSO

AUTOSTRAD E ED EXTRAURBANE PRINCIPALI					
Indicatori di qualità			Strato pavimentazione		
Parametro	Normativa	Unità di misura	Base	Binder	Usura
Los Angeles (*)	UNI EN 1097-2	%	≤ 25	≤ 25	≤ 20
Micro Deval umida (*)	UNI EN 1097-1	%	≤ 20	≤ 20	≤ 15
Percentuale di particelle frantumate	UNI EN 933-5	%	≥ 90	100	100
Dimensione max	UNI EN 933-1	mm	40	30	20
Resistenza al gelo e disgelo	UNI EN 1367-1	%	≤ 30	≤ 30	≤ 30
affinità aggregato bitume	UNI EN 12697-11	%	> 60%	> 60%	> 65%
Passante allo 0.063	UNI EN 933-1	%	≤ 1	≤ 1	≤ 1
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	%		≤ 25	≤ 20
Assorbimento d'acqua	UNI EN 933-3	%		≤ 1,5	≤ 1,5
Valore di levigabilità	UNI EN 1097-8	%			≥ 45

(\*) Uno dei due valori dei coeff. Los Angeles e Micro Deval Umida può risultare maggiore (fino a due punti) rispetto al limite indicato, purché la loro somma risulti inferiore o uguale alla somma dei valori limite indicati.

EXTRAURBANE SECONDARIE E URBANE DI SCORRIMENTO	
Indicatori di qualità	Strato pavimentazione

Parametro	Normativa	Unità di misura	Base	Binder	Usura
Los Angeles (*)	UNI EN 1097-2	%	≤ 30	≤ 25	≤ 20
Micro Deval umida (*)	UNI EN 1097-1	%	≤ 25	≤ 25	≤ 15
Percentuale di particelle frantumate	UNI EN 933-5	%	≥70	100	100
Dimensione max	UNI EN 933-1	mm	40	30	20
Resistenza al gelo e disgelo	UNI EN 1367-1	%	≤30	≤30	≤30
affinità aggregato bitume	UNI EN 12697-11	%	>60%	>60%	>65%
Passante allo 0.063	UNI EN 933-1	%	≤1	≤1	≤1
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	%		≤ 20	≤20
Assorbimento d'acqua	UNI EN 933-3	%		≤1,5	≤1,5
Valore di levigabilità	UNI EN 1097-8	%			≥45

(\*) Uno dei due valori dei coeff. Los Angeles e Micro Deval Umida può risultare maggiore (fino a due punti) rispetto al limite indicato, purché la loro somma risulti inferiore o uguale alla somma dei valori limite indicati.

Nello strato di usura la miscela finale degli aggregati deve contenere una frazione grossa di natura basaltica o porfirica, con Valore di levigabilità  $\geq 43$ , pari almeno al 50% del totale dell'aggregato grosso.

In alternativa all'uso del basalto o del porfido si possono utilizzare inerti porosi naturali (vulcanici) od artificiali (argilla espansa "resistente" o materiali simili, scorie d'altoforno, loppe, ecc.) ad elevata rugosità superficiale (valore levigabilità  $\geq 50$ ) di pezzatura 5/15 mm, in percentuali in peso pari almeno al 50% del totale dell'aggregato grosso, ad eccezione dell'argilla espansa che deve essere di pezzatura 5/10 mm, con percentuale in volume compresa tra il 25% ed il 35% degli inerti che compongono la miscela.

L'aggregato fino deve essere costituito da elementi naturali e di frantumazione.

A seconda del tipo di strada, gli aggregati fini per conglomerati bituminosi a caldo confezionati con bitume modificato devono possedere le caratteristiche riassunte nelle tabella Tabelle.

#### AGGREGATO FINO

AUTOSTRADE ED EXTRAURBANE PRINCIPALI					
Indicatori di qualità			Strato pavimentazione		
Parametro	Normativa	Unità di misura	Base	Binder	Usura
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	%	≥50	≥60	≥75
Indice Plasticità	CNR-UNI 10014	%	N.P.		
Limite liquido	CNR-UNI 10014	%	≤25		
Passante allo 0.063	UNI EN 933-1	%		≤2	≤2
Quantità di frantumato	UNI EN 933-5	%		100	100

EXTRAURBANE SECONDARIE E URBANE DI SCORRIMENTO					
Indicatori di qualità			Strato pavimentazione		
Parametro	Normativa	Unità di misura	Base	Binder	Usura
Equivalente in Sabbia	UNI EN 933-8	%	≥50	≥60	≥70
Indice Plasticità	CNR-UNI 10014	%	N.P.		
Limite Liquido	CNR-UNI 10014	%	≤25		
Passante allo 0.063	UNI EN 933-1	%		≤2	≤2
Quantità di frantumato	UNI EN 933-5	%		100	100

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, polvere di asfalto, ceneri volanti. In ogni caso il

filler per conglomerati bituminosi a caldo confezionati con bitume modificato deve soddisfare i requisiti indicati in Tabella

TUTTE LE STRADE			
Indicatori di qualità			Strato pavimentazione
Parametro	Normativa	Unità di misura	Base- Binder-Usura
Affinità aggregato-bitume a 24h	UNI EN 12697-11	%	≤5
Passante allo 0.2	UNI EN 933-1	%	100
Passante allo 0.063	UNI EN 933-1	%	≥80
Indice Plasticità	UNI CEN ISO/TS17892-12		N.P.
Porosità del filler secco compattato (Ridgen)	UNI EN 1097-7	%	30-45
Stiffening Power Rapporto filler/bitume = 1,5	UNI EN 13179-1	%	≥5

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. Tale certificazione deve essere rilasciata da un Laboratorio riconosciuto dal Ministero LL.PP.

#### ADDITIVI

Gli additivi sono prodotti naturali o artificiali che, aggiunti agli aggregati o al bitume, consentono di migliorare le prestazioni dei conglomerati bituminosi.

Gli attivanti d'adesione sono sostanze tensioattive, che favoriscono l'adesione bitume-aggregato, sono additivi utilizzati per migliorare la durabilità all'acqua delle miscele bituminose.

Il loro dosaggio, da specificare obbligatoriamente nello studio della miscela, potrà variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto.

La scelta del tipo e del dosaggio di additivo dovrà essere stabilita in modo da garantire le caratteristiche di resistenza allo spogliamento e di durabilità all'azione dell'acqua riportate in Tabella. In ogni caso, l'attivante di adesione scelto deve presentare caratteristiche chimiche stabili nel tempo anche se sottoposto a temperatura elevata (180 °C) per lunghi periodi (15 giorni).

L'immissione delle sostanze tensioattive nel bitume deve essere realizzata con attrezzature idonee, tali da garantire l'esatto dosaggio e la loro perfetta dispersione nel legante bituminoso. La presenza ed il dosaggio degli attivanti d'adesione nel bitume potranno essere verificati mediante la prova di separazione cromatografica su strato sottile (prova colorimetrica). Per la taratura del sistema di prova, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta ad inviare al Laboratorio indicato dalla Direzione Lavori un campione dell'attivante di adesione che intende utilizzare.

Gli attivanti chimici funzionali (ACF) impiegati per rigenerare le caratteristiche del bitume invecchiato contenuto nel conglomerato bituminoso da riciclare devono avere le caratteristiche chimico-fisiche riportate nella Tabella

Il dosaggio varia in funzione della percentuale di conglomerato riciclato e delle caratteristiche del bitume in esso contenuto. Per determinare la quantità di ACF da impiegare si deve preventivamente calcolare la percentuale teorica del bitume nuovo da aggiungere con la seguente espressione:

$$P_n = P_t - (P_v \times P_r)$$

dove:

$P_n$  = percentuale di legante nuovo da aggiungere riferita al totale degli inerti;

$P_t$  = percentuale totale di bitume nella miscela di inerti nuovi e conglomerato di riciclo;

$P_v$  = percentuale di bitume vecchio (preesistente) riferita al totale degli inerti;

$P_r$  = valore decimale della percentuale di conglomerato riciclato.

Il valore di Pt viene determinato con l'espressione:

$$Pt=0,035 a + 0,045 b + cd + f$$

dove:

Pt = % di bitume in peso riferita alla miscela totale, espressa come numero intero;

a = % di aggregato trattenuto al setaccio UNI 2 mm;

b = % di aggregato passante al setaccio UNI 2 mm e trattenuto al setaccio 0,063 mm;

c = % di aggregato passante al setaccio 0,063 mm;

d = 0,15 per un passante al 0,063 mm compreso tra 11 e 15;

d = 0,18 per un passante al 0,063 mm compreso tra 6 e 10;

d = 0,20 per un passante al 0,063 mm < 6;

f = parametro compreso normalmente fra 0,3 e 0,8, in funzione dell'assorbimento degli inerti.

Si procede quindi a costruire in un diagramma viscosità (a 60 °C) percentuale di rigenerante (rispetto al legante nuovo) una curva di viscosità con almeno tre punti misurati:

K = viscosità della miscela bitume estratto più bitume aggiunto nelle proporzioni determinate secondo i criteri precedenti, senza rigenerante.

M = viscosità della miscela bitume estratto più bitume aggiunto in cui una parte del bitume nuovo è sostituita dall'agente rigenerante nella misura del 5% in peso rispetto al bitume aggiunto.

F = viscosità della miscela simile alla precedente in cui una parte del bitume nuovo è sostituita dall'agente rigenerante nella misura del 10% in peso rispetto al bitume aggiunto.

Da questo diagramma mediante interpolazione lineare è possibile dedurre, alla viscosità di 2000 Pa\*s, la percentuale di rigenerante necessaria.

Alternativamente, si consiglia di dosare la percentuale di ACF in ragione di 0.5% sul peso del bitume aggiunto per ogni 10% di fresato, verificandone a posteriori l'effettiva attività rigenerante. L'immissione degli ACF nel bitume deve essere realizzata con attrezzature idonee, tali da garantire l'esatto dosaggio e la loro perfetta dispersione nel legante bituminoso. La presenza degli ACF nel bitume viene accertata mediante la prova di separazione cromatografica su strato sottile (prova colorimetrica).

Attivanti Chimici Funzionali			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore
Densità a 25/25°C	ASTM D - 1298		0,900 - 0,950
Punto di infiammabilità v.a.	ASTM D - 92	°C	200
Viscosità dinamica a 160°C, $\gamma = 10s^{-1}$	SNV 671908/74	Pa*s	0,03 - 0,05
Solubilità in tricloroetilene	ASTM D - 2042	% in peso	99,5
Numero di neutralizzazione	IP 213	mg/KOH/g	1,5-2,5
Contenuto di acqua	ASTM D - 95	% in volume	1
Contenuto di azoto	ASTM D - 3228	% in peso	0,8 - 1,0

#### *Conglomerato riciclato*

Per conglomerato riciclato deve intendersi il conglomerato bituminoso preesistente proveniente dalla frantumazione in frantoio di lastre o blocchi di conglomerato demolito con sistemi tradizionali, oppure dalla fresatura in sito eseguita con idonee macchine (preferibilmente a freddo).

Le percentuali in peso di materiale riciclato riferite al totale della miscela degli inerti, devono essere comprese nei limiti di seguito specificati:

- conglomerato per strato di base :  $\leq 25\%$

- conglomerato per strato di collegamento :  $\leq 15\%$

- conglomerato per tappeto di usura: escluso l'impiego

Per la base può essere utilizzato conglomerato riciclato di qualsiasi provenienza; per il binder materiale proveniente da vecchi strati di collegamento ed usura. La percentuale di conglomerato riciclato da impiegare va obbligatoriamente dichiarata nello studio

preliminare della miscela che l'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori prima dell'inizio dei lavori.

#### MISCELE

La miscela degli aggregati di primo impiego e del conglomerato da riciclare, da adottarsi per i diversi strati, deve avere una composizione granulometrica contenuta nei fusi riportati in Tabella 5-20. La percentuale di legante totale (compreso il bitume presente nel conglomerato da riciclare), riferita al peso degli aggregati, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa Tabella.

Serie setacci		Base	Binder	Usura		
				A (0-25)	B (0-15)	C (0-10)
Setaccio	31.5	100	-	-	-	-
Setaccio	25	80 - 100	-	-	-	-
Setaccio	20	70 - 95	100	100	-	-
Setaccio	12.5	45 - 70	65 - 85	90 - 100	100	100
Setaccio	8	35 - 60	55 - 75	70 - 90	70 - 90	90 - 100
Setaccio	4	25 - 50	35 - 55	40 - 55	40 - 60	38 - 48
Setaccio	2	20 - 35	25 - 38	25 - 38	25 - 38	25 - 35
Setaccio	0.5	7 - 21	11 - 21	11 - 20	12 - 21	9 - 16
Setaccio	0.25	5 - 16	6 - 16	8 - 15	9 - 16	8 - 14
Setaccio	0.063	4 - 7	4 - 7	6 - 10	6 - 9	6 - 10
% di bitume rispetto gli inerti		4,0 - 5,0	4,5 - 5,5	4,8 - 5,8	5,0 - 6,0	5,5 - 6,2
Spessore, cm		> 6 cm	> 4 cm	> 4 cm	3-4cm	2-3 cm

Per i tappeti di usura il fuso A è da impiegare per spessori superiori a 4 cm, il fuso B per spessori di 3-4 cm, il fuso C per spessori di 2 - 3 cm. Per il fuso C almeno il 75% dell'Aggregato (grosso + fino) dovrà derivare da frantumazione di inerti che soddisfino i requisiti indicati in Tabella 5-14 per gli strati di usura.

La quantità di bitume nuovo di effettivo impiego deve essere determinata mediante lo studio della miscela con metodo volumetrico. In via transitoria si potrà utilizzare, in alternativa, il metodo Marshall. Le caratteristiche richieste per lo strato di base, il binder ed il tappeto di usura sono riportate nelle Tabelle

METODO VOLUMETRICO	Strato pavimentazione			
	Unità di misura	Base	Binder	Usura
Angolo di rotazione		1.25° ± 0.02		
Velocità di rotazione	Rotazioni/min	30		
Pressione verticale	KPa	600		
Diametro del provino	mm	150		

Risultati richiesti				
Vuoti a 10 rotazioni	%	10 – 14	10 – 14	10 – 14
Vuoti a 100 rotazioni (*)	%	3 – 5	3 – 5	4 – 6
Vuoti a 180 rotazioni	%	> 2	> 2	> 2
Resistenza a trazione indiretta a 25°C (**)	N/mm <sup>2</sup>	≥0,9	≥0,9	≥0,9
Coefficiente di trazione indiretta a 25 °C (**)	N/mm <sup>2</sup>	>70	>70	>70
Perdita di resistenza a trazione indiretta a 25°C dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤25	≤25	≤25
(*) La densità ottenuta con 100 rotazioni della pressa giratoria viene indicata nel seguito con D <sub>G</sub>				
(**) Su provini confezionati con 100 rotazioni della pressa giratoria				
metodo di prova UNI EN12697-31				

METODO MARSHALL	Strato pavimentazione			
Condizioni di prova	Unità di misura	Base	Binder	Usura
Costipamento	75 colpi x faccia			
Risultati richiesti				
Stabilità Marshall	KN	12	14	16
Rigidezza Marshall	KN/mm	> 3,0	3,0–4,5	3,5–5,0
Vuoti residui (*)	%	6 – 8	4 – 6	3 – 6
Perdita di Stabilità Marshall dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤25	≤25	≤25
Resistenza a trazione indiretta a 25 °C	N/mm <sup>2</sup>	≥0,8	≥0,8	≥0,8
Coefficiente di trazione indiretta a 25 °C	N/mm <sup>2</sup>	> 70	> 75	> 80
(*) La densità Marshall viene indicata nel seguito con D <sub>M</sub>				
metodo di prova UNI EN12697-34				

#### ACCETTAZIONE DELLE MISCELE

L'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori, almeno 15 giorni prima della posa in opera e per ciascun impianto di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare; ciascuna composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati.

Una volta accettato da parte della Direzione Lavori lo studio della miscela proposto, l'Impresa deve attenersi rigorosamente.

Nella curva granulometrica sono ammessi scostamenti delle singole percentuali dell'aggregato grosso di  $\pm 7$ ; sono ammessi scostamenti dell'aggregato fino contenuti in  $\pm 4$  e scostamenti del passante al setaccio 0,063 mm contenuti in  $\pm 2$ .

Per la percentuale di bitume è tollerato uno scostamento di  $\pm 0,25$ .

Tali valori devono essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate alla stesa, come pure dall'esame delle carote prelevate in sito, tenuto conto per queste ultime della quantità teorica del bitume di ancoraggio.

#### CONFEZIONAMENTO DELLE MISCELE

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

La produzione di ciascun impianto non deve essere spinta oltre la sua potenzialità, per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati. Possono essere impiegati anche impianti continui (tipo drum-mixer) purchè il

dosaggio dei componenti la miscela sia eseguito a peso, mediante idonee apparecchiature la cui efficienza deve essere costantemente controllata.

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

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

Nel caso di eventuale impiego di conglomerato riciclato l'impianto deve essere attrezzato per il riscaldamento separato del materiale riciclato, ad una temperatura compresa tra 90°C e 110°C.

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

Lo stoccaggio del conglomerato bituminoso riciclato deve essere al coperto. L'umidità del conglomerato riciclato prima del riscaldamento deve essere comunque inferiore al 4%. Nel caso di valori superiori l'impiego del riciclato deve essere sospeso.

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

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

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 160°C e 180°C e quella del legante tra 150°C e 170°C, in rapporto al tipo di bitume impiegato.

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

#### *PREPARAZIONE DELLE SUPERFICI DI STESA*

Prima della realizzazione di uno strato di conglomerato bituminoso è necessario preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione, con dosaggi opportuni, di emulsioni bituminose aventi caratteristiche specifiche. A seconda che lo strato di supporto sia in misto granulare oppure in conglomerato bituminoso la lavorazione corrispondente prenderà il nome rispettivamente di mano di ancoraggio e mano d'attacco.

Per mano di ancoraggio si intende una emulsione bituminosa a rottura lenta e bassa viscosità, applicata sopra uno strato in misto granulare prima della realizzazione di uno strato in conglomerato bituminoso. Scopo di tale lavorazione è quello di riempire i vuoti dello strato non legato irrigidendone la parte superficiale fornendo al contempo una migliore adesione per l'ancoraggio del successivo strato in conglomerato bituminoso.

Il materiale da impiegare a tale fine è rappresentato da una emulsione bituminosa cationica, le cui caratteristiche sono riportate in Tabella 5-23, applicata con un dosaggio di bitume residuo almeno pari a 1,0 Kg/mq

Per mano d'attacco si intende una emulsione applicata sopra una superficie di conglomerato bituminoso prima della realizzazione del nuovo strato, avente lo scopo di evitare possibili scorrimenti relativi aumentando l'adesione all'interfaccia.

Le caratteristiche ed il dosaggio variano a seconda che l'applicazione riguardi la costruzione di una nuova sovrastruttura oppure un intervento di manutenzione.

Nel caso di nuove costruzioni, il materiale da impiegare è rappresentato da una emulsione bituminosa a rapida rottura avente le caratteristiche riportate in Tabella 5-23, dosata in modo che il bitume residuo risulti pari a 0.30 Kg/mq. Qualora il nuovo strato venga realizzato sopra una pavimentazione esistente il dosaggio deve essere aumentato in modo che il bitume residuo risulti pari a 0.35 Kg/mq

Prima della stesa della mano d'attacco l'Impresa dovrà rimuovere tutte le impurità presenti e provvedere alla sigillatura di eventuali zone porose e/o fessurate mediante l'impiego di una malta bituminosa sigillante.

Indicatore di qualità	Normativa	Unità di misura	Cationica 55%
Polarità	UNI EN 1430		positiva
Contenuto di acqua % peso	UNI EN 1428	%	45±2
Contenuto di bitume+flussante	UNI EN 1431	%	55±2
Flussante (%)	UNI EN 1431	%	0-3
Viscosità Engler a 20 °C	CNR 102/84	°E	2-6
Sedimentazione a 7 gg	UNI EN 12847	%	< 5
Residuo bituminoso			
Penetrazione a 25 °C	UNI EN 1426	dmm	180-200
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≥30

#### *POSA IN OPERA DELLE MISCELE*

La posa in opera dei conglomerati bituminosi migliorati verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento. Le vibrofinitrici devono comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi. Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente.

Qualora ciò non sia possibile il bordo della striscia già realizzata deve essere spalmato con emulsione bituminosa cationica per assicurare la saldatura della striscia successiva. Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si deve procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura. I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere devono essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento. La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati deve essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa deve avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni. La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la finitrice deve risultare in ogni momento non inferiore a 150° C.

La stesa dei conglomerati deve essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro. Gli strati eventualmente compromessi devono essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.

La compattazione dei conglomerati deve iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni. L'addensamento deve essere realizzato preferibilmente con rulli gommati. Per gli strati di base e di binder possono essere utilizzati anche rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati, di idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili. Per lo strato di usura può essere utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche del peso massimo di 15t. Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso. La superficie degli strati deve presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato deve aderirvi uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 5 mm.

La miscela bituminosa dello strato di base verrà stesa dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza della fondazione ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto. Nel caso di stesa in doppio strato essi devono essere sovrapposti nel più breve tempo possibile. Qualora la seconda stesa non sia realizzata entro le 24 ore successive tra i due strati deve essere interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa in ragione di 0,3 Kg/mq di bitume residuo. La miscela bituminosa del binder e del tappeto di usura verrà stesa sul piano finito dello strato sottostante dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

### *CONTROLLI*

Tutti i tipi di strade

Il controllo della qualità dei conglomerati bituminosi e della loro posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela e sulle carote estratte dalla pavimentazione.

L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicati nella Tabella. Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni; un campione viene utilizzato per i controlli presso un Laboratorio indicato dalla Direzione Lavori, l'altro resta a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.

Sui materiali costituenti devono essere verificate le caratteristiche di accettabilità.

Sulla miscela vengono determinate: la percentuale di bitume, la granulometria degli aggregati, la quantità di attivante d'adesione e vengono inoltre controllate le caratteristiche di idoneità mediante la Pressa Giratoria.

I provini confezionati mediante l'apparecchiatura Pressa Giratoria devono essere sottoposti a prova di rottura diametrale a 25 °C (Brasiliana).

In mancanza della Pressa Giratoria vengono effettuate prove Marshall: peso di volume (DM), stabilità e rigidità (UNI EN 12697-30); percentuale dei vuoti residui (UNI EN 12697-30); perdita di Stabilità dopo 15 giorni di immersione in acqua (UNI EN 12697-12); resistenza alla trazione indiretta (Prova Brasiliana – UNI EN 1297-23).

Dopo la stesa la Direzione Lavori preleverà delle carote per il controllo delle caratteristiche del conglomerato e la verifica degli spessori.

Sulle carote vengono determinati il peso di volume, la percentuale dei vuoti residui, il grado di costipamento. Lo spessore dello strato verrà determinato, per ogni tratto omogeneo di stesa, facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate dalle carote estratte dalla pavimentazione, assumendo per i valori con spessore in eccesso di oltre il 5%, rispetto a quello di progetto, valori corrispondenti allo spessore di progetto moltiplicato per 1,05.

Per spessori medi inferiori al 95% dello spessore di progetto, verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione del 2,5% del prezzo di elenco per ogni mm di materiale mancante dallo spessore di progetto.

Carenze superiori al 20% dello spessore di progetto comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

La densità in sito, nel 95% dei prelievi, deve essere non inferiore al 98%, del valore del campione di conglomerato bituminoso prelevato al momento della stesa e compattato tramite pressa giratoria o metodo Marshall. Le misure di densità vengono effettuate su carote prelevate dalla stesa oppure eseguite con sistemi non distruttivi, quali nucleo densimetri o simili, individuati dalla DL in accordo con l'Impresa, prima dell'inizio dei lavori.

Per valori di densità inferiori a quello previsto viene applicata una detrazione per tutto il tratto omogeneo a cui il valore si riferisce:

- del 10 % dell' importo dello strato e del pacchetto sovrastante per densità in sito comprese tra 95 e 98 % di DG (ovvero DM);

- del 20 % dell' importo dello strato e del pacchetto sovrastante per densità in sito comprese tra 92 e 95 % di DG (ovvero DM).

Per valori dei vuoti, determinati sulle carote, superiori al 7,50% per lo strato di usura, di binder e binder multifunzionale, all'8,50% per lo strato di base e binder 0-12 verrà

applicata una detrazione del 2,5% del prezzo di elenco per ogni 0,5% di vuoti in più, fino al valore massimo accettabile (per i vuoti in opera) del 12%.

Valori dei vuoti superiori al 12% comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Per scostamenti della quantità di bitume riscontrata nelle carote o nei campioni prelevati al momento della stesa oltre la tolleranza ammessa del -0,25% dal valore previsto nello studio della miscela, verrà operata una detrazione per ogni 0,1 punto percentuale di scostamento pari al 2% del prezzo di elenco, per tutto il tratto omogeneo.

Per l'eccesso nella quantità di bitume, per la rigidità Marshall fuori dai limiti prescritti, per percentuali di vuoti residui, inferiori al valore minimo, la Direzione Lavori valuta l'accettabilità del conglomerato e le detrazioni da applicare.

Nel periodo compreso tra 15° ed il 180° giorno dall'apertura dal traffico verrà misurata l'aderenza (resistenza all'attrito radente) con lo Skid Tester secondo la norma UNI EN 13036-4. In alternativa potrà essere determinato il Coefficiente di Aderenza Trasversale (CAT) misurato con l'apparecchiatura SCRIM (CNR 147/92). I valori di BNP (British Pendulum Number) dovranno essere maggiori o uguali a 60 (in alternativa CAT maggiore a 0,60).

L'altezza di sabbia (HS), determinata secondo la metodologia CNR 94/83, o mediante apparecchiature a rilievo continuo, deve essere superiore o uguale a 0,4 mm.

Le misure di HS devono essere effettuate in un periodo di tempo compreso tra il 15° ed il 180° giorno dall'apertura al traffico.

Per quanto riguarda le misure di HS eseguite con il "mini texture meter" il valore da assumere come riferimento è la media dei quattro valori ottenuti misurando quattro strisciate longitudinali, distanziate in senso trasversale di 50 cm, preferibilmente ubicate nelle zone più battute dalle ruote.

Qualora il valore medio di BNP o HS, per ciascuna tratta omogenea, sia inferiore ai valori prescritti, il tappeto di usura viene penalizzato del 15% del suo costo.

Nei casi in cui il valore medio di BNP o di HS sia inferiore o uguale rispettivamente a 40 e 0,25 mm si deve procedere all'asportazione completa con fresa dello strato e alla stesa di un nuovo tappeto. In alternativa si può procedere all'effettuazione di trattamenti di irruvidimento per portare il valore deficitario al disopra della soglia di accettabilità. Se comunque al termine di tali operazioni, pur avendo superato il limite di accettabilità, non si raggiungessero i valori prescritti verrà applicata la detrazione del 20% del prezzo.

Le penali precedentemente indicate sono cumulabili e non escludono ulteriori detrazioni per difetto dei materiali costituenti, della miscela utilizzata rispetto a quella proposta dall'Impresa e/o della sua posa in opera, sempre che le carenze riscontrate rientrino nei limiti di accettabilità e non pregiudichino la funzionalità dell'opera.

TUTTE LE STRADE				
Controllo dei materiali e verifica prestazionale				
STRATO	TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE	REQUISITI RICHIESTI
Base, Binder, Usura	Bitume	Cisterna	Settimanale oppure Ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabella Tabella 5-13
Base, Binder, Usura	Aggregato grosso	Impianto	Settimanale oppure Ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabella 5-14 Tabella 5-15, 5-17
Base, Binder, Usura	Aggregato fino	Impianto	Settimanale oppure Ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabella Tabella 5-16, Tabella 5-17
Base, Binder, Usura	Filler	Impianto	Settimanale oppure Ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabella 5-18
Base, Binder,	Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 5.000 m <sup>2</sup> di stesa	Caratteristiche risultanti dallo studio della miscela
Usura	Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 10.000 m <sup>2</sup> di stesa	Caratteristiche risultanti dallo studio della miscela

Base, Binder, Usura	Carote x spessori	Pavimentazione	Ogni 200 m di fascia di stesa	Spessore previsto in progetto
Base, Binder, Usura	Carote x densità in sito	Pavimentazione	Ogni 1000 m di fascia di stesa	98% del valore risultante dallo studio della miscela
Usura	Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 100 m di fascia di stesa	BPN ≥55

*MANTI DI USURA SPECIALI: TAPPETI DRENANTI, SEMI-APERTI DRENANTI E SPLITTMASTIX, USURA MULTIFUNZIONALE AD ALTE PRESTAZIONI, ANTISKID*

Nel presente articolo sono trattati i conglomerati bituminosi a caldo cosiddetti di nuova generazione impiegati per la realizzazione di manti di usura speciali.

Si tratta di conglomerati che, grazie alle particolari caratteristiche granulometriche e alla elevata qualità dei materiali costituenti, consentono di pervenire a prestazioni di livello superiore in termini di durabilità, stabilità e sicurezza.

Tra i più diffusi manti di usura speciali sono da considerare i tappeti drenanti, i semiaperti drenanti e gli splittmastix. Per tutti questi manti, l'elevato contributo fornito alla sicurezza suggerisce una progressiva maggiore applicazione sia nel caso di pavimentazioni di nuove strade, sia nel rifacimento del manto di usura di pavimentazioni esistenti.

Gli strati di usura drenanti sono tappeti dotati di elevata rugosità superficiale, sono drenanti e fonoassorbenti, in grado di fornire una buona aderenza anche in caso di pioggia e di abbattere il rumore di rotolamento.

I Semi-Aperti Drenanti sono caratterizzati da una elevata rugosità superficiale, sono parzialmente drenanti e fonoassorbenti, posseggono una elevata durabilità e possono avere uno spessore ridotto.

Gli Splittmastix sono conglomerati chiusi, ad alto contenuto di graniglie e di legante, in grado di fornire rugosità superficiale, stabilità, elevata resistenza alle deformazioni e all'ormaiamento.

I materiali oggetto della fornitura dovranno corrispondere ai requisiti fissati qui di seguito e negli articoli successivi, dovranno pertanto essere forniti di una idonea certificazione d'origine, che attesti la conformità delle proprie caratteristiche alle specifiche richieste delle presenti Norme.

In particolare, e per quanto applicabile, si fa esplicito riferimento al D.P.R. 21.04.1993, n. 246 di attuazione della Direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da costruzione e 10.12.1997, n. 499 Regolamento recante norme di attuazione della Direttiva 93/68/CEE per la parte che modifica la Direttiva 89/106/CEE in materia di prodotti da costruzione.

Nell'ambito di tale direttiva si richiama la seguente norma elaborata dal CEN:

- UNI EN 13108/1 (Miscele Tradizionali)
- UNI EN 13108/7 (Drenanti)
- UNI EN 13108/20 (Prove di tipo ITT)
- UNI EN 13108/21 (Controllo di produzione in fabbrica FPC)

Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13108-7 e 13108-7.

*MATERIALI COSTITUENTI E LORO QUALIFICAZIONE*

*LEGANTE*

Il legante deve essere costituito da bitume modificato, contenenti polimeri elastomerici che ne modificano le caratteristiche fisiche e meccaniche. Il bitume deve avere le caratteristiche indicate nella Tabella.

<b>Bitume Modificato</b>			
Parametro	Normativa	unità di misura	
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426,	dmm	45-70
Punto di rammollimento	UNI EN 1427,	°C	≥75
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	°C	≤ - 15
Viscosità dinamica a 160°C, $\gamma = 10s^{-1}$	UNI EN 13072-2	Pa s	> 0,5
Ritorno elastico a 25 °C	UNI EN 13398	%	≥ 75%
Stabilità allo stoccaggio 3gg a 180°C Variazione del p.to di Rammollimento	UNI EN 13399	°C	≤ 3
<b>Valori dopo RTFOT</b>	UNI EN 12607-1		
Variazione di massa	UNI EN 12607-1	%	≤ 0,5
Penetrazione residua a 25°C	UNI EN 1426,	%	≥ 60
Incremento del p.to di Rammollimento	UNI EN 1427	°C	≤ 5

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del prodotto tramite certificazione attestante i requisiti indicati. Tale certificazione sarà rilasciata dal produttore o da un Laboratorio che opera per conto terzi.

#### **AGGREGATI**

Gli aggregati lapidei costituiscono la fase solida dei conglomerati per manti di usura speciali. Essi risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi, degli aggregati fini e del filler che può essere proveniente dalla frazione fina o di additivazione. Gli aggregati impiegati dovranno essere conformi alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata da marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043. La designazione dell'aggregato dovrà essere effettuata mediante le dimensioni degli stacci appartenenti al gruppo di base più gruppo 2 della UNI EN 13043.

L'aggregato grosso deve essere costituito da pietrischetti e graniglie ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee di natura porfirica o effusiva o derivanti da macinazione di scorie d'acciaieria Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purchè, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nelle Tabelle

#### **AGGREGATO GROSSO**

<b>Indicatori di qualità</b>			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore
Los Angeles	UNI EN 1097-2	%	≤ 20
Micro Deval umida	UNI EN 1097-1	%	≤ 15
Percentuale di particelle frantumante	UNI EN 933-1	%	100
Dimensione max	UNI EN 933-1	mm	20
Resistenza la gelo disgelo	UNI EN 1367-1	%	≤30
Affinità aggregato bitume a 24 h	UNI EN 12697-11	%	>65
Passante allo 0.063	UNI EN 933-1	%	≤1
Coefficiente di forma	CNR 95/84		≤3
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3		≤12
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	%	≤1,5
Valore di Levigabilità.	UNI EN 1097-8	%	≥45

L'aggregato fino deve essere costituito esclusivamente da sabbie di frantumazione e possedere le caratteristiche riassunte nella Tabella

**AGGREGATO FINO**

Indicatori di qualità			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	%	≥80
Passante allo 0.063	UNI EN 933-1	%	≤2
Quantità di frantumato	CNR 109/85	%	100

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, polvere di asfalto, ceneri volanti. In ogni caso il filler per conglomerati bituminosi di usura speciali deve soddisfare i requisiti indicati nella Tabella

**FILLER**

Indicatori di qualità			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore
Spogliamento	UNI EN 12697-11	%	≤5
Passante allo 0.2	UNI EN 933-1	%	100
Passante allo 0.063	UNI EN 933-1	%	≥80
Indice Plasticità	CNR-UNI 10014		N.P.
porosità del filler secco compattato	UNI EN 1097-7	%	30-45
Stiffening Power filler/bitume = 1,5	UNI EN 13179-1	ΔPA	≥5

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. Tale certificazione deve essere rilasciata da un Laboratorio che opera per conto terzi.

**MISCELE**

La miscela degli aggregati da adottarsi per i conglomerati bituminosi Drenanti deve avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso riportato in Tabella.

La percentuale di bitume, riferita al peso degli aggregati, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa

**Tabella 5-29.**

FUSO GRANULOMETRICO CONGLOMERATO BITUMINOSO DRENANTE		
Serie setacci		% Passante
Setaccio	12,5	65 – 100
Setaccio	8	15 – 60
Setaccio	4	12 – 25
Setaccio	2	10 – 20
Setaccio	0,5	9 – 17
Setaccio	0,25	8 – 16
Setaccio	0,063	8 – 12
spessore minimo		3 cm
% di bitume rispetto gli inerti		4,7 – 5,5

Per la produzione di conglomerato bituminoso per lo strato di usura drenante il Produttore potrà impiegare filler d'apporto e calce idrata o filler d'apporto e microfibre. Qualora il produttore utilizzi la prima soluzione il tenore di calce idrata da inserire sarà del 2,0% rispetto al peso della miscela. Le fibre minerali nelle miscele ricche di graniglia e povere di sabbia hanno una funzione stabilizzante del mastice (filler+bitume) evitandone la separazione dallo scheletro litico.

Le fibre minerali stabilizzanti possono essere di varia natura (Cellulosa, vetro, acriliche, fibre miste di cellulosa e vetro) e di lunghezza media di 200/300 micron. Gli impianti di produzione devono essere dotati di 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, al fine di aumentare lo spessore della pellicola di bitume che riveste l'inerte.

La scelta della soluzione da adottare dovrà essere sottoposta alla preventiva approvazione della D.L. in fase di validazione della composizione ottimale per la verifica di idoneità, che sarà volta a verificare l'effettivo miglioramento delle caratteristiche meccaniche delle miscele. La quantità di bitume di effettivo impiego deve essere determinata mediante lo studio della miscela con metodo volumetrico. In alternativa, in via transitoria, si potrà utilizzare il metodo Marshall.

Le caratteristiche richieste per i conglomerati bituminosi drenanti sono riportate nella Tabelle

<b>METODO VOLUMETRICO</b>		
Condizioni di prova	Unità di misura	Valori
Angolo di rotazione		1.25° ± 0.02
Velocità di rotazione	rotazioni/min	30
Pressione verticale	Kpa	600
Diametro del provino	mm	150
Risultati richiesti		
Vuoti a 10 rotazioni	%	≥ 28
Vuoti a 50 rotazioni (*)	%	≥ 20
Vuoti a 130 rotazioni	%	≥ 16
Resistenza a trazione indiretta a 25°C (**)	N/mm <sup>2</sup>	≥ 0,40
Coefficiente di trazione indiretta a 25 °C (**)	N/mm <sup>2</sup>	≥ 20
Perdita di resistenza a trazione indiretta a 25°C dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤25
(*) La densità ottenuta con 50 rotazioni della pressa giratoria viene indicata nel seguito con D <sub>G</sub>		
(**) Su provini confezionati con 50 rotazioni della pressa giratoria		
metodo di prova UNI EN 12697-31		

<b>METODO MARSHALL</b>		
Condizioni di prova	Unità di misura	Valori
Costipamento	50 colpi x faccia	
Risultati richiesti		
Stabilità Marshall	KN	>5
Rigidezza Marshall	KN/mm	> 1,5
Vuoti residui (*)	%	> 18
Perdita di Stabilità Marshall dopo 15 giorni in acqua	%	≤25
Resistenza a trazione indiretta a 25 °C	N/mm <sup>2</sup>	0,25 – 0,40
Coefficiente di trazione indiretta a 25 °C	N/mm <sup>2</sup>	> 35
(*) La densità Marshall viene indicata nel seguito con D <sub>M</sub>		
METODO DI PROVA UNI EN 12697-34		

Il peso di volume deve essere calcolato tenendo conto del volume geometrico del provino.

La miscela degli aggregati da adottarsi per i Semi-Aperti Drenanti deve avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso riportato in tabella.

La percentuale di bitume, riferita al peso degli aggregati, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa Tabella. Nel caso di impiego di scorie di acciaieria, la percentuale di bitume impiegata potrà avere dei valori inferiori a quelli specificati nella Tabella. La composizione della miscela dovrà essere approvata da parte della Direzione dei Lavori.

FUSO GRANULOMETRICO CONGLOMERATO BITUMINOSO SEMI APERTO DRENANTE		
Serie setacci		% Passante
Setaccio	12,5	100
Setaccio	10	60 – 85
Setaccio	8	35 – 60
Setaccio	6,35	26 – 40
Setaccio	4	20 – 32
Setaccio	2	15 – 28
Setaccio	0,5	10 – 20
Setaccio	0,25	9 – 17
Setaccio	0,063	8 – 12
Spessore minimo		3,0 cm
Percentuale di bitume rispetto gli inerti		5,0 – 6,0

La quantità di bitume di effettivo impiego deve essere determinata mediante lo studio della miscela con metodo volumetrico. In alternativa, in via transitoria, si potrà utilizzare il metodo Marshall.

Le caratteristiche richieste per i conglomerati bituminosi Semi-Aperti Drenanti sono riportate nella Tabelle

METODO VOLUMETRICO		
Condizioni di prova	Unità di misura	Valori
Angolo di rotazione		1.25° ± 0.02
Velocità di rotazione	rotazioni/min	30
Pressione verticale	Kpa	600
Diametro del provino	mm	150
Risultati richiesti		
Vuoti a 10 rotazioni	%	18 - 22
Vuoti a 50 rotazioni (D <sub>G</sub> *)	%	13 - 16
Vuoti a 130 rotazioni	%	≥ 8
Resistenza a trazione indiretta a 25°C (**)	N/mm <sup>2</sup>	≥0.55
Coefficiente di trazione indiretta a 25 °C (**)	N/mm <sup>2</sup>	> 30

Perdita di resistenza a trazione indiretta a 25°C dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤25
(*) La densità ottenuta con 50 rotazioni della pressa giratoria viene indicata nel seguito con D <sub>G</sub>		
(**) Su provini confezionati con 50 rotazioni della pressa giratoria		
metodo di prova UNI EN 12697-31		

METODO MARSHALL		
Condizioni di prova	Unità di misura	Valori
Costipamento	75 colpi x faccia	
Risultati richiesti		
Stabilità Marshall	KN	≥ 7
Rigidità Marshall	KN/mm	1,5 – 3,0
Vuoti residui (*)	%	13 – 16
Perdita di Stabilità Marshall dopo 15 giorni in acqua	%	≤25
Resistenza a trazione indiretta a 25 °C	N/mm <sup>2</sup>	≥ 0,55
Coefficiente di trazione indiretta a 25 °C	N/mm <sup>2</sup>	≥ 45
(*)La densità Marshall viene indicata nel seguito con D <sub>M</sub>		
metodo di prova UNI EN 12697-34		

La miscela degli aggregati da adottarsi per gli Splittmastix dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nei fusi riportati in Tabella . La percentuale di bitume, riferita al peso degli aggregati, dovrà essere compresa nei limiti indicati nella stessa Tabella. Nel caso di impiego di scorie di acciaieria, la percentuale di bitume impiegata potrà avere dei valori inferiori a quelli specificati nella Tabella . La composizione della miscela dovrà essere approvata da parte della Direzione dei Lavori.

FUSO GRANULOMETRICO CONGLOMERATO BITUMINOSO SPLITTMASTIX			
Serie setacci UNI		Tipo 0/12	tipo 0/16
Setaccio	16	100	100
Setaccio	12,5	100	38-100
Setaccio	10	65 – 100	32-52
Setaccio	8	52 – 80	27-45
Setaccio	4	27 – 45	18-33
Setaccio	2	20 – 32	16-30
Setaccio	0,50	12 – 22	10-21
Setaccio	0,25	9 – 18	9-18
Setaccio	0,063	8 - 12	8-13
Spessore minimo		3,0 cm	4,0 cm
Percentuale di bitume rispetto gli inerti		5,5 – 6,5	5,0-6,5

La quantità di bitume di effettivo impiego deve essere determinata mediante lo studio della miscela con metodo volumetrico. In via transitoria si potrà utilizzare, in alternativa, il metodo Marshall.

Per la produzione di conglomerato bituminoso per lo strato di usura Splittmastix il Produttore potrà impiegare filler d'apporto e calce idrata o filler d'apporto e microfibre. Qualora il produttore utilizzi la prima soluzione il tenore di calce idrata da inserire sarà del 2,0% rispetto al peso della miscela. Le fibre minerali nelle miscele ricche di graniglia e povere di sabbia hanno una funzione stabilizzante del mastice (filler+bitume) evitandone la separazione dallo scheletro litico.

Le fibre minerali stabilizzanti possono essere di varia natura (Cellulosa, vetro, acriliche, fibre miste di cellulosa e vetro) e di lunghezza media di 200/300 micron. Gli impianti di produzione devono essere dotati di 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, al fine di aumentare lo spessore della pellicola di bitume che riveste l'inerte.

Le caratteristiche richieste per lo splittmastix sono riportate nelle Tabelle

METODO VOLUMETRICO		strato pavimentazione	
Condizioni di prova	Unità di misura	splittmastix 0-12	splittmastix 0-16
Angolo di rotazione		1.25° ± 0.02	
Velocità di rotazione	rotazioni/min	30	
Pressione verticale	Kpa	600	
Diametro del provino	mm	150	
Risultati richiesti			
Vuoti a 10 rotazioni	%	8 – 12	8-16
Vuoti a 50 rotazioni (*)	%	2 – 4	4-8
Vuoti a 130 rotazioni	%	≥ 2	≥ 4
Resistenza a trazione indiretta a 25°C (**)	N/mm <sup>2</sup>	≥ 0,5	≥ 0,
Coefficiente di trazione indiretta a 25 °C (**)	N/mm <sup>2</sup>	> 45	> 45
Perdita di resistenza a trazione indiretta a 25°C dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤ 25	≤ 25
(*) La densità ottenuta con 50 rotazioni della pressa giratoria viene indicata nel seguito con D <sub>G</sub>			
(**) Su provini confezionati con 100 rotazioni della pressa giratoria			
metodo di prova UNI EN 12697-31			

METODO MARSHALL		strato di pavimentazione	
Condizioni di prova	Unità di misura	splittmastix 0-12	splittmastix 0-16
Costipamento	75 colpi x faccia		
Risultati richiesti			
Stabilità Marshall	KN	>10	>10
Rigidità Marshall	KN/mm	1,5 – 3,0	1,5 – 3,0
Vuoti residui (*)	%	2 – 4	4-8
Perdita di Stabilità Marshall dopo 15 giorni in acqua	%	≤25	≤25
Resistenza a trazione indiretta a 25 °C	N/mm <sup>2</sup>	≥0,60	≥0,60
Coefficiente di trazione indiretta a 25 °C	N/mm <sup>2</sup>	> 40	> 40
(*) La densità Marshall viene indicata nel seguito con D <sub>M</sub>			
metodo di prova UNI EN 12697-34			

La miscela degli aggregati da adottarsi per il conglomerato bituminoso per strato di usura multifunzionale ad alte prestazioni deve avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso riportato in Tabella.

La percentuale di bitume, riferita al peso degli aggregati, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa Tabella.

FUSO GRANULOMETRICO CONGLOMERATO BITUMINOSO USURA MULTIFUNZIONALE ALTEPRESTAZIONI		
Serie setacci		% Passante
Setaccio	20	-
Setaccio	12,5	100
Setaccio	8	62-85
Setaccio	4	30-50
Setaccio	2	22-34
Setaccio	0,5	11-21
Setaccio	0,25	9-17
Setaccio	0,063	8-14
spessore minimo		3 cm
Percentuale di bitume rispetto gli inerti(%)		5,2-5,8

La scelta della soluzione da adottare dovrà essere sottoposta alla preventiva approvazione della D.L. in fase di validazione della composizione ottimale per la verifica di idoneità, che sarà volta a verificare l'effettivo miglioramento delle caratteristiche meccaniche delle miscele. La quantità di bitume di effettivo impiego deve essere determinata mediante lo studio della miscela con metodo volumetrico. In alternativa, in via transitoria, si potrà utilizzare il metodo Marshall.

Le caratteristiche richieste per i conglomerati bituminosi per strato di usura multifunzionale ad alte prestazioni sono riportate nelle Tabelle

METODO VOLUMETRICO		
Condizioni di prova	Unità di misura	Valori
Angolo di rotazione		1.25° ± 0.02
Velocità di rotazione	rotazioni/min	30
Pressione verticale	Kpa	600
Diametro del provino	mm	150
Risultati richiesti		
Vuoti a 10 rotazioni	%	8-12
Vuoti a 50 rotazioni (*)	%	3-6
Vuoti a 130 rotazioni	%	≥ 2
Resistenza a trazione indiretta a 25°C (**)	N/mm <sup>2</sup>	≥ 0,80
Coefficiente di trazione indiretta a 25 °C (**)	N/mm <sup>2</sup>	≥ 40
Perdita di resistenza a trazione indiretta a 25°C dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤25
(*) La densità ottenuta con 50 rotazioni della pressa giratoria viene indicata nel seguito con D <sub>G</sub>		
(**) Su provini confezionati con 50 rotazioni della pressa giratoria		
metodo di prova UNI EN 12697-31		

<b>METODO MARSHALL</b>		
Condizioni di prova	Unità di misura	Valori
Costipamento	75 colpi x faccia	
Risultati richiesti		
Stabilità Marshall	KN	>12
Rigidità Marshall	KN/mm	> 2,5
Vuoti residui (*)	%	2-5
Perdita di Stabilità Marshall dopo 15 giorni in acqua	%	≤25
Resistenza a trazione indiretta a 25 °C	N/mm <sup>2</sup>	> 0,80
Coefficiente di trazione indiretta a 25 °C	N/mm <sup>2</sup>	> 40
(*) La densità Marshall viene indicata nel seguito con D <sub>M</sub>		
metodo di prova UNI EN 12697-34		

Il peso di volume deve essere calcolato tenendo conto del volume geometrico del provino. La miscela degli aggregati da adottarsi per il conglomerato bituminoso per strato di usura antiskid 0-10 deve avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso riportato in Tabella. La percentuale di bitume, riferita al peso degli aggregati, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa Tabella

<b>FUSO GRANULOMETRICO CONGLEMARATO BITUMINOSO ANTISKID 0-10</b>		
Serie setacci		% Passante
Setaccio	10	100
Setaccio	8	59-93
Setaccio	4	9-30
Setaccio	2	8-18
Setaccio	0,5	7-16
Setaccio	0,25	6-12
Setaccio	0,063	6-10
spessore minimo		3,0 cm
Percentuale di bitume rispetto gli inerti (%)		4,7-5,2

La scelta della soluzione da adottare dovrà essere sottoposta alla preventiva approvazione della D.L. in fase di validazione della composizione ottimale per la verifica di idoneità, che sarà volta a verificare l'effettivo miglioramento delle caratteristiche meccaniche delle miscele. La quantità di bitume di effettivo impiego deve essere determinata mediante lo studio della miscela con metodo volumetrico. In alternativa, in via transitoria, si potrà utilizzare il metodo Marshall.

Le caratteristiche richieste per il conglomerato bituminoso antiskid 0-10 sono riportate nelle Tabelle

<b>METODO VOLUMETRICO</b>		
Condizioni di prova	Unità di misura	Valori
Angolo di rotazione		1.25° ± 0.02
Velocità di rotazione	rotazioni/min	30
Pressione verticale	Kpa	600
Diametro del provino	mm	150
Risultati richiesti		
Vuoti a 10 rotazioni	%	18 - 22
Vuoti a 50 rotazioni (*)	%	13 - 16
Vuoti a 130 rotazioni	%	≥ 8
Resistenza a trazione indiretta a 25°C (**)	N/mm <sup>2</sup>	≥0.55
Coefficiente di trazione indiretta a 25 °C (**)	N/mm <sup>2</sup>	> 30
Perdita di resistenza a trazione indiretta a 25°C dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤25
(*) La densità ottenuta con 50 rotazioni della pressa giratoria viene indicata nel seguito con D <sub>G</sub>		
(**) Su provini confezionati con 50 rotazioni della pressa giratoria		
metodo di prova UNI EN 12697-31		

<b>METODO MARSHALL</b>		
Condizioni di prova	Unità di misura	Valori
Costipamento	75 colpi x faccia	
Risultati richiesti		
Stabilità Marshall	KN	>8
Rigidezza Marshall	KN/mm	> 2,5
Vuoti residui (*)	%	12-15
Perdita di Stabilità Marshall dopo 15 giorni in acqua	%	≤25
Resistenza a trazione indiretta a 25 °C	N/mm <sup>2</sup>	> 0,80
Coefficiente di trazione indiretta a 25 °C	N/mm <sup>2</sup>	> 40
(*) La densità Marshall viene indicata nel seguito con D <sub>M</sub>		
metodo di prova UNI EN 12697-34		

Il peso di volume deve essere calcolato tenendo conto del volume geometrico del provino. La miscela degli aggregati da adottarsi per il conglomerato bituminoso per strato di usura antiskid 0-12 deve avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso riportato in Tabella. La percentuale di bitume, riferita al peso degli aggregati, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa Tabella

<b>FUSO GRANULOMETRICO ANTISKID 0-12</b>		
Serie setacci		% Passante
Setaccio	12,5	100
Setaccio	8	28-100

Setaccio	4	21-35
Setaccio	2	15-28
Setaccio	0,5	10-18
Setaccio	0,25	8-15
Setaccio	0,063	6-12
spessore minimo		3 cm
Percentuale di bitume rispetto inerti (%)		4,6-5,2

La scelta della soluzione da adottare dovrà essere sottoposta alla preventiva approvazione della D.L. in fase di validazione della composizione ottimale per la verifica di idoneità, che sarà volta a verificare l'effettivo miglioramento delle caratteristiche meccaniche delle miscele. La quantità di bitume di effettivo impiego deve essere determinata mediante lo studio della miscela con metodo volumetrico. In alternativa, in via transitoria, si potrà utilizzare il metodo Marshall. Le caratteristiche richieste per i conglomerati bituminosi antiskid 0-12 sono riportate nelle Tabelle

<b>METODO VOLUMETRICO</b>		
Condizioni di prova	Unità di misura	Valori
Angolo di rotazione		1.25° ± 0.02
Velocità di rotazione	rotazioni/min	30
Pressione verticale	Kpa	600
Diametro del provino	mm	150
Risultati richiesti		
Vuoti a 10 rotazioni	%	18 - 22
Vuoti a 50 rotazioni (*)	%	13 - 16
Vuoti a 130 rotazioni	%	≥ 8
Resistenza a trazione indiretta a 25°C (**)	N/mm <sup>2</sup>	≥0.55
Coefficiente di trazione indiretta a 25 °C (**)	N/mm <sup>2</sup>	> 30
Perdita di resistenza a trazione indiretta a 25°C dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤25
(*) La densità ottenuta con 50 rotazioni della pressa giratoria viene indicata nel seguito con D <sub>G</sub>		
(**) Su provini confezionati con 50 rotazioni della pressa giratoria		
metodo di prova UNI EN 12697-31		

<b>METODO MARSHALL</b>		
Condizioni di prova	Unità di misura	Valori
Costipamento	75 colpi x faccia	
Risultati richiesti		
Stabilità Marshall	KN	>8
Rigidità Marshall	KN/mm	> 2,5
Vuoti residui (*)	%	13-16
Perdita di Stabilità Marshall dopo 15 giorni in acqua	%	≤25
Resistenza a trazione indiretta a 25 °C	N/mm <sup>2</sup>	> 0,80
Coefficiente di trazione indiretta a 25 °C	N/mm <sup>2</sup>	> 40

(\*) La densità Marshall viene indicata nel seguito con  $D_M$

metodo di prova UNI EN 12697-34

Il peso di volume deve essere calcolato tenendo conto del volume geometrico del provino.

#### *ACCETTAZIONE DELLE MISCELE*

L'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori, almeno 15 giorni prima della posa in opera e per ciascun impianto di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare; ciascuna composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati.

Una volta accettato da parte della Direzione Lavori lo studio della miscela proposto, l'Impresa deve attenersi rigorosamente.

Nella curva granulometrica relativa saranno ammesse variazioni delle singole percentuali del passante al setaccio 8 mm di  $\pm 7$ , del passante al setaccio 4 mm di  $\pm 4$ , del passante al setaccio 0,063 mm di  $\pm 2$ .

Per la percentuale di bitume è tollerato uno scostamento di  $\pm 0,25$ .

Tali valori devono essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate all'impianto e alla stesa come pure dall'esame delle carote prelevate in sito, tenuto conto per queste ultime della quantità teorica del bitume di ancoraggio.

#### *CONFEZIONAMENTO DELLE MISCELE*

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

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

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

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

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

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

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 170°C e 190° C e quella del legante tra 160° C e 180° C, in rapporto al tipo di bitume impiegato.

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

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

#### *PREPARAZIONE DELLE SUPERFICI DI STESA*

Prima della realizzazione del manto di usura Drenante o del Semi-Aperto Drenante o dell'antiskid 0-10 e 0-12, è necessario preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire il perfetto ancoraggio e l'impermeabilizzazione dello strato sottostante. Il piano di posa dovrà essere perfettamente pulito e privo di eventuali tracce di segnaletica orizzontale.

La mano d'attacco può essere realizzata con bitume elastomerizzato (Tabella 5-25) o con emulsione di bitume elastomerizzato, spruzzata con apposita spanditrice automatica in modo che il bitume residuo risulti pari a 1,20 Kg/mq per le usure drenanti e di 0,80 Kg/mq per i microtapeti a caldo.

Per il manto di usura di tipo Splittmastix e usura multifunzionale ad alte prestazioni la mano d'attacco ha solo lo scopo di garantire il perfetto ancoraggio allo strato sottostante. Anche in questo caso può essere impiegata emulsione di bitume elastomerizzato in modo che il bitume residuo risulti pari a 0,50 Kg/mq.

Sulla mano d'attacco, per consentire il transito dei mezzi di stesa, dovrà seguire immediatamente la granigliatura con aggregati di pezzatura 4/8 mm in ragione di 6/8 litri al metro quadrato. Allo stesso scopo potrà essere utilizzata sabbia. Il piano di posa, prima di procedere alla stesa della mano d'attacco, deve risultare perfettamente pulito e privo della segnaletica orizzontale. L'emulsione per mano d'attacco deve rispondere ai requisiti riportati in Tabella

Indicatore di qualità	Normativa	Unità di misura	Modificata 60%
Contenuto di acqua	UNI EN 1428	%	< 43
Contenuto di legante	UNI EN 1431	%	> 57
Contenuto flussante	UNI EN 1431	%	< 3
Trattenuto setaccio n°20	ASTM D244	%	< 0,2
Sedimentazione a 7 g	UNI EN 12847	%	< 5
Residuo bituminoso			
Penetrazione a 25 °C	UNI EN 1426	dmm	50-80
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	> 60
Punto di rottura (Frass)	UNI EN 12593	°C	≤ - 15

#### *POSA IN OPERA DELLE MISCELE*

La posa in opera dei manti di usura speciali viene effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento. La velocità di avanzamento delle vibrofinitrici non deve essere superiore ai 3 – 4 m/min con alimentazione continua del conglomerato. Le vibrofinitrici devono comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi. Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente. Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si deve procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura. I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere devono essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento. La sovrapposizione dei giunti longitudinali con quelli degli strati sottostanti deve essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa deve avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni. La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la finitrice deve risultare in ogni momento non inferiore a 150° C. La stesa dei conglomerati deve essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

Il conglomerato eventualmente compromesso deve essere immediatamente rimosso e successivamente lo strato deve essere ricostruito a spese dell'Impresa. La compattazione del conglomerato deve iniziare appena steso dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

Il costipamento deve essere realizzato mediante rullo statico a ruote metalliche del peso massimo di 15t (10t per i Semi-Aperti Drenante e antiskid).

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

La superficie degli strati deve presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato deve aderirvi uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 5 mm.

#### *CONTROLLI*

Il controllo della qualità dei conglomerati bituminosi per manti di usura speciali e della loro posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in situ.

L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicati nella Tabella.

Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni; un campione viene utilizzato per i controlli presso un Laboratorio indicato dalla Direzione Lavori, l'altro resta a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.

Sui materiali costituenti devono essere verificate le caratteristiche di accettabilità.

Sulla miscela vengono determinate: la percentuale di bitume, la granulometria degli aggregati, la quantità di attivante d'adesione, la quantità di fibre e vengono inoltre controllate le caratteristiche di idoneità mediante la Pressa Giratoria. I provini confezionati mediante l'apparecchiatura Pressa Giratoria devono essere sottoposti a prova di rottura diametrale a 25 °C (Brasiliana). In mancanza della Pressa Giratoria vengono effettuate prove Marshall: peso di volume (DM), stabilità e rigidità (UNI EN 12697-34); percentuale dei vuoti residui (UNI EN 12697-8); resistenza alla trazione indiretta (Prova Brasiliana – CNR 134/91).

Dopo la stesa la Direzione Lavori preleverà delle carote per il controllo delle caratteristiche del conglomerato e la verifica degli spessori.

Lo spessore dello strato viene determinato, per ogni tratto omogeneo di stesa, facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate dalle carote estratte dalla pavimentazione, assumendo per i valori con spessore in eccesso di oltre il 5%, rispetto a quello di progetto, valori corrispondenti allo spessore di progetto moltiplicato per 1,05

Per spessori medi inferiori al 95% dello spessore di progetto, verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione del 2,5% del prezzo di elenco per ogni mm di materiale mancante dallo spessore di progetto.

Per carenze superiori al 20% dello spessore di progetto si impone la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Per valori dei vuoti, determinati sulle carote, superiori a quelli specificati nella Tabella nella colonna limite dei vuoti verrà applicata una detrazione del 2,5% del prezzo di elenco per ogni 0,5% di vuoti in più, fino al valore massimo accettabile (per i vuoti in opera) specificati in Tabella. Valori dei vuoti superiori a quelli specificati in Tabella nella colonna limite massimo accettabile comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

tipologia conglomerato bituminoso	vuoti (%)	limite dei vuoti massimo accettabile (%)
splittmastix 0-12	6,00	10,00
multifunzionale ad alte prestazioni	7,00	11,00

La densità in situ, per ogni tratto omogeneo di stesa, nel 95% dei prelievi, deve essere, per lo strato di usura splittmastix 0-12, per lo splittmastix 0-16 e per il multifunzionale ad alte prestazioni, non inferiore al 98% del valore del campione di

conglomerato bituminoso prelevato al momento della stesa e compattato tramite pressa giratoria o metodo Marshall.

La densità in sito, per ogni tratto omogeneo di stesa, nel 95% dei prelievi, deve essere per lo strato di usura drenante, per il semiaperto drenante e per gli antiskid non inferiore al 95% del valore del campione di conglomerato bituminoso prelevato al momento della stesa e compattato tramite pressa giratoria o metodo Marshall. Le misure di densità vengono effettuate su carote prelevate dalla stesa oppure eseguite con sistemi non distruttivi, quali nucleo densimetri o simili, individuati dalla DL in accordo con l'Impresa, prima dell'inizio dei lavori. Per valori di densità inferiori a quello previsto viene applicata una detrazione per tutto il tratto omogeneo a cui il valore si riferisce:

- del 10 % dell' importo dello strato per densità in sito comprese tra 92 e 95 % di DG (ovvero DM);

- del 20 % dell' importo dello strato per densità in sito comprese tra 90 e 92 % di DG (ovvero DM).

Per scostamenti della quantità di bitume riscontrata nelle carote o nei campioni prelevati al momento della stesa oltre la tolleranza ammessa del -0,25% dal valore previsto nello studio della miscela, verrà operata una detrazione per ogni 0,1 punto percentuale di scostamento pari al 2% del prezzo di elenco, per tutto il tratto omogeneo.

Per l'eccesso nella quantità di bitume, per la rigidezza Marshall fuori dai limiti prescritti, per percentuali di vuoti residui inferiori al valore minimo la Direzione Lavori valuta l'accettabilità del conglomerato e le detrazioni da applicare.

I manti di usura speciali devono essere conformi alle seguenti specifiche Tabella

parametro	normativa	Drenante	Semi-Aperto	Splittmastix	Usura multifunzionale e ad alte prestazioni	antiskid
Coefficiente di Aderenza Trasversale (CAT)	CNR 147/92	≥ 0,53	≥ 0,58	≥ 0,62	≥ 0,60	≥ 0,58
Resistenza di attrito radente con lo Skid Tester (BPN)	UNI EN 13036-4	≥ 55	≥ 60	≥ 65	≥ 62	≥ 60
L'altezza di sabbia (HS)	CNR 94/83	≥ 0,8	≥ 0,6	≥ 0,5	≥ 0,5	≥ 0,6
Capacità drenante media con permeabilmetro a colonna d'acqua		≥ 16 dm <sup>3</sup> /min	≥ 5 dm <sup>3</sup> /min	-	-	≥ 8 dm <sup>3</sup> /min

Nel periodo compreso tra 15° ed il 180° giorno dall'apertura dal traffico verrà misurata l'aderenza (resistenza all'attrito radente) con lo Skid Tester secondo la norma UNI EN 13036-4. In alternativa potrà essere determinato il Coefficiente di Aderenza Trasversale (CAT) misurato con l'apparecchiatura SCRIM (CNR 147/92). I valori di BNP (British Pendulum Number) o in alternativa di CAT dovranno essere maggiori o uguali ai valori specificati in Tabella. L'altezza di sabbia (HS), determinata secondo la metodologia CNR 94/83, o mediante apparecchiature a rilievo continuo, deve essere superiore o uguale ai valori specificati in Tabella. Le misure di HS devono essere effettuate in un periodo di tempo compreso tra il 15° ed il 180° giorno dall'apertura al traffico.

Per quanto riguarda le misure di HS eseguite con il "mini texture meter" il valore da assumere come riferimento è la media dei quattro valori ottenuti misurando quattro strisciate longitudinali, distanziate in senso trasversale di 50 cm, preferibilmente ubicate nelle zone più battute dalle ruote.

Qualora il valore medio di BNP o HS, per ciascuna tratta omogenea, sia inferiore ai valori prescritti, il tappeto di usura viene penalizzato del 15% del suo costo.

Nei casi in cui il valore medio di BNP o di HS sia inferiore o uguale rispettivamente a 40 e 0,25 mm si deve procedere all'asportazione completa con fresa dello strato e alla

stesa di un nuovo tappeto. In alternativa si può procedere all'effettuazione di trattamenti di irruvidimento per portare il valore deficitario al disopra della soglia di accettabilità. Se comunque al termine di tali operazioni, pur avendo superato il limite di accettabilità, non si raggiungessero i valori prescritti verrà applicata la detrazione del 20% del prezzo.

La capacità drenante media, va eseguita in sito ogni 250 m sfalsando di volta in volta la corsia e misurata con permeabilmetro a colonna d'acqua di mm 250 su un'area di 154 cmq. Se non si raggiungerà il valore di capacità drenante previsto verrà applicata una riduzione del 10% (dieci per cento)

Per il tappeto di usura drenante viene inoltre determinata la fono-assorbenza applicando il metodo ad onde stazionarie con l'attrezzatura standard definita "tubo di Kündt" su carote prelevate dopo il 15 giorno della stesa del conglomerato.

Il coefficiente di fono-assorbenza ( $\alpha$ ) in condizioni di incidenza normale deve risultare:

Frequenza, (Hz)	Coefficiente di fono-assorbenza, ( $\alpha$ )
630	$\alpha \geq 0,03$
800	$\alpha \geq 0,20$
1000	$\alpha \geq 0,35$
1600	$\alpha \geq 0,20$
2000	$\alpha \geq 0,20$

Il controllo può essere fatto anche mediante rilievi effettuati in sito con il metodo dell'impulso riflesso, eseguiti sempre dopo il 15 giorno dalla stesa del conglomerato. Per ogni valore di  $\alpha$  non raggiunto viene applicata una penale del 2% (due per cento).

Le penali precedentemente indicate sono cumulabili e non escludono ulteriori detrazioni per difetto dei materiali costituenti, della miscela utilizzata rispetto a quella proposta dall'Impresa e/o della sua posa in opera, sempre che le carenze riscontrate rientrino nei limiti di accettabilità e non pregiudichino la funzionalità dell'opera.

Controllo dei materiali e verifica prestazionale pavimentazioni Drenante, Semi-Aperto drenante, Splittmastix Antiskid , usura multifunzionale ad alte prestazioni.			
TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE	REQUISITI RICHIESTI
Bitume	Cisterna	Settimanale oppure ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabella Tabella 5-25
Aggregato grosso	Impianto	Settimanale oppure ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabella 5-26
Aggregato fino	Impianto	Settimanale oppure ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabella 5-27
Filler	Impianto	Settimanale oppure ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabella 5-28
Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 5.000 m <sup>2</sup> di stesa	Caratteristiche risultanti dallo studio della miscela
Carote x spessori	Pavimentazione	Ogni 100 m di fascia di stesa	Spessore previsto in progetto

Carote x densità in sito	Pavimentazione	Ogni 500 m di fascia di stesa	95% o 98% del valore risultante dallo studio della miscela in funzione del tipo di conglomerato bituminoso.
Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 10 m di fascia stesa	Riferimento Tabella Tabella 5-49 (CAT , BPN, HS )
Capacità drenante	Pavimentazione	Ogni 200 m di fascia stesa	Riferimento Tabella Tabella 5-49

#### Art. 18 - SCARIFICAZIONE DI PAVIMENTAZIONI ESISTENTI

Per i tratti di strada già pavimentati sui quali dovrà procedersi a ricarichi o risagomature, l'Impresa dovrà dapprima ripulire accuratamente il piano viabile, provvedendo poi alla scarificazione della massicciata esistente adoperando, all'uopo, apposito scarificatore opportunamente trainato e guidato.

La scarificazione sarà spinta fino alla profondità ritenuta necessaria dalla Direzione dei Lavori entro i limiti indicati nel relativo articolo di Elenco, provvedendo poi alla successiva vagliatura e raccolta in cumuli dei materiali utilizzabili, su aree di deposito procurate a cura e spese dell'Impresa.

#### Art. 19 - FRESATURA DI STRATI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO CON IDONEE ATTREZZATURE

La fresatura della sovrastruttura per la parte legata a bitume per l'intero spessore o parte di esso dovrà essere effettuata con idonee attrezzature, munite di frese a tamburo, funzionanti a freddo, munite di nastro caricatore per il carico del materiale di risulta.

Potranno essere eccezionalmente impiegate anche attrezzature tradizionali quali ripper, escavatore, demolitori, ecc., a discrezione della D.L. ed a suo insindacabile giudizio.

Le attrezzature tutte dovranno essere perfettamente efficienti e funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni approvate preventivamente dalla D.L.

Nel corso dei lavori la D.L. potrà richiedere la sostituzione delle attrezzature anche quando le caratteristiche granulometriche risultino idonee per il loro reimpiego in impianti di riciclaggio. La superficie del cavo dovrà risultare perfettamente regolare in tutti i punti, priva di residui di strati non completamente fresati che possono compromettere l'aderenza sulle nuove stese da porre in opera. (Questa prescrizione non è valida nel caso di demolizione integrale degli strati bituminosi).

L'Impresa si dovrà scrupolosamente attenere agli spessori di demolizione stabiliti dalla D.L.

Qualora questi dovessero risultare inadeguati e comunque diversi in difetto o in eccesso rispetto all'ordinativo di lavoro, l'Impresa è tenuta a darne immediatamente comunicazione al Direttore dei Lavori o ad un suo incaricato che potranno autorizzare la modifica delle quota di scarifica.

Il rilievo dei nuovi spessori dovrà essere effettuato in contraddittorio.

Lo spessore della fresatura dovrà essere mantenuto costante in tutti i punti e sarà valutato mediante l'altezza delle due pareti laterali con quella della parte centrale del cavo.

La pulizia del piano di scarifica, nel caso di fresature corticali o subcorticali dovrà essere eseguita con attrezzature munite di spazzole rotanti e/o dispositivi aspiranti o simili in grado di dare un piano perfettamente pulito.

Le pareti dei tagli longitudinali dovranno risultare perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e privo di sgretolature.

Sia il piano fresato che le pareti dovranno, prima della posa in opera dei nuovi strati di riempimento, risultare perfettamente puliti, asciutti e uniformemente rivestiti dalla mano di attacco in legante bituminoso.

L'appaltatore, all'atto della redazione degli atti contabili, dovrà fornire copia delle documentazioni di legge attestanti l'avvenuto smaltimento giornaliero del materiale proveniente dalle fresature.

#### Art. 20 – ESPOSITORE IN LEGNO

Fornitura e posa in opera di cartello indicatore costituito da struttura di sostegno H= 1.90 fuori terra, in doppio tubolare del Ø 60 mm sp. 2.9 mm in acciaio zincato e verniciato (color nero satinato) con prodotti per esterno tipo "Consolan Unitecta", pannello in laminato plastico con struttura in metacrilato dello spessore di cm 1 e dimensioni di cm 120 x 80 con stampaggio della planimetria percorso e indicazioni (come da disegno allegato al progetto) serigrafato o stampato, completo di attacchi, installato con doppio plinto di fondazione in calcestruzzo cementizio di dimensioni non inferiore ml 0.40\*0.40\*0.50 (ciascuno), compreso le ghiera in ferro zincato con attacchi per il fissaggio ogni altro onere e magistero per l'esecuzione del lavoro a perfetta regola d'arte secondo i disegni di progetto.

#### Art. 21 – STACCIONATA

Realizzazione di una staccionata costituita da pali di sezione tonda con diametro di 12 cm ed altezza pari a 160 cm da infiggere verticalmente, da traversi a sezione tonda con diametro di 12 cm posizionati all'estremità dei montanti e saldati ad essi mediante un collare sagomato in acciaio zincato e da traversi intermedi mezzo tondi, di diametro pari a 12 cm disposti a 40 cm dai primi. I montanti saranno interrati per 50 cm e fissati mediante un piede in calcestruzzo (40x40 cm) ed un tubo in PVC di diametro pari a 130/150, annegato nel calcestruzzo stesso.

#### Art. 22 – BARRIERA IN LEGNO PER PISTA CICLABILE

Barriera in legno per pista ciclabile realizzata in legno lamellare ed acciaio tipo corten, caratterizzate da una struttura robusta in grado di resistere a sollecitazioni superiori a 130 Kg/m, progettata sul modello delle barriere di sicurezza stradali con un design leggero ed essenziale in modo da non limitare la sensazione di libero movimento dell'utente. Da installare mediante infissione dei montanti metallici su rilevato con macchina battipalo.

#### Art. 23 – ONERI COMPRESI NEI PREZZI

I prezzi comprendono, oltre agli oneri precisati nei precedenti articoli delle lavorazioni, dei materiali e quanto previsto negli allegati amministrativi:

- studio della miscela ottimale e presentazione di relazione delle caratteristiche non anteriore a tre mesi;
- dove necessario e previsto la fresatura del materiale da asportare e relativa pulizia e aspirazione del piano di posa, con idonei mezzi aspiranti;
- carico e trasporto a discarica, scelta a cura e spese dell'Impresa del materiale di risulta, o dello stesso in luoghi indicati dalla Direzione Lavori. In questo caso sarà a carico dell'Impresa la sistemazione del materiale stesso secondo le modalità prescritte dalla D.L.;
- fornitura e stesa dello strato di ancoraggio o mano d'attacco con emulsione, dove specificato nella voce dell'elenco prezzi;
- fornitura, stesa e compattazione del conglomerato bituminoso;
- fornitura, posa e custodia con guardiania diurna e notturna, anche festiva o nei giorni non lavorativi, della idonea e regolamentare segnaletica di cantiere;
- produzione alla Direzione Lavori, prima dell'inizio dei lavori relativi alla voce di tariffario "asportazione meccanica di pavimentazione stradale", delle attestazioni comprovanti l'autorizzazione al riutilizzo del conglomerato fresato per la produzione di conglomerato bituminoso.

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

### **Art. 24 - NORME GENERALI**

Le quantità dei lavori e delle provviste saranno determinate con metodi geometrici, a numero o a peso, per i lavori a misura e a corpo, in relazione a quanto previsto nell'Elenco Prezzi.

Con i prezzi esposti nel presente Capitolato Speciale d'Appalto si intende compensata l'Impresa di ogni fornitura e prestazione necessaria per dare i lavori perfettamente ultimati a regola d'arte ed in conformità alle Norme stabilite, nonché, di tutti gli oneri precedentemente fissati e più avanti previsti per ogni singola categoria di lavori.

In particolare sono compresi nei prezzi di elenco gli oneri per occupazione temporanea, transito di mezzi d'opera, deposito materiali, ecc. per il che l'Impresa dovrà indennizzare gli aventi diritto, escluso solo l'indennizzo per espropriazioni permanenti che è a carico della Stazione Appaltante.

I lavori saranno liquidati in base alle misure fissate dal progetto anche se dalle misure di controllo rilevate dagli incaricati dovessero risultare spessori, lunghezze e cubature effettivamente superiori, richiamandosi in proposito a quanto convenuto nel Capitolato Generale d'Appalto approvato con D.P.G.R. del 5 giugno 2003 n. 0166/Pres. Soltanto nel caso che la Direzione Lavori abbia ordinato per iscritto tali maggiori dimensioni, se ne terrà conto nella contabilizzazione. In nessun caso saranno tollerate dimensioni minori di quelle ordinate e l'Impresa potrà essere chiamata a rifacimenti a tutto suo carico. Le misure saranno prese in contraddittorio, mano a mano che si procederà all'esecuzione dei lavori e riportate su appositi libretti che saranno firmati dagli incaricati della D.L. e dall'Impresa, restando sempre salva, in ogni caso, la possibilità di verifica e rettifica in occasione delle operazioni di collaudo.

L'Appaltatore è obbligato a prendere egli stesso l'iniziativa per invitare la D.L. a provvedere alle necessarie misurazioni e ciò specialmente per quelle opere e somministrazioni che in progresso di lavoro non si potessero più accertare.

Qualora sia da imputare all'Impresa il difetto di ricognizioni tempestive e perciò talune quantità di lavoro non potessero venire esattamente accertate, l'Appaltatore dovrà accettare le valutazioni che verranno fatte dalla D.L., in base ad elementi noti ed in caso di bisogno, dovrà sottostare a tutte le spese che si rendessero necessarie per eseguire i ritardati accertamenti.

Qualora l'Appaltatore non intervenisse alle constatazioni quantunque invitato, i rilievi saranno fatti dalla D.L. secondo le Norme prescritte dal vigente regolamento approvato con D.P.G.R. del 5 giugno 2003 n. 0165/Pres.

### **Art. 25 - LAVORI IN ECONOMIA - LAVORI EVENTUALI IMPREVISTI**

Le prestazioni in economia diretta saranno assolutamente eccezionali e potranno adottarsi solo per lavori del tutto secondari. In ogni caso verranno ricompensate, limitatamente a quanto stabilito dal Capitolato Generale d'Appalto, soltanto se riconosciute oggetto di un preciso ordine ed autorizzazione preventiva della Direzione Lavori. Occorrendo lavori non previsti dal presente Capitolato l'Impresa ha l'obbligo di eseguirli e la Stazione Appaltante li valuterà con i prezzi del contratto, al netto dell'aumento o del ribasso d'asta ed in mancanza di questi, con nuovi prezzi sempre soggetti al rialzo o ribasso contrattuale da stabilirsi a Norma del vigente Regolamento sui Lavori Pubblici, oppure provvederà all'esecuzione in economia, secondo le norme prestabilite.

### **Art. 26 - INVARIABILITA' DEI PREZZI**

I prezzi unitari a misura e a corpo dell'allegato Elenco Prezzi, soggetti a ribasso o rialzo d'asta, sono invariabili ed indipendenti da qualsiasi eventualità.

L'Appaltatore perciò non avrà ragione di pretendere sovrapprezzi od indennizzi speciali per perdite, per aumenti di costo dei materiali, della mano d'opera, per eventuali aumenti di assicurazioni e per qualsiasi motivo o circostanza sfavorevole che potesse verificarsi dopo l'aggiudicazione dei lavori, salvo le disposizioni vigenti in materia di revisione dei prezzi.

#### Art. 27 - NOLI

Le macchine ed attrezzi dati a noleggio per i tempi prescritti dalla Direzione Lavori debbono essere in perfetto stato di servibilità, provvisti di tutti gli accessori per il loro regolare funzionamento, comprese le eventuali linee per il trasporto dell'energia elettrica e, ove occorra, anche il trasformatore. Sono a carico esclusivo dell'Appaltatore, la manutenzione degli attrezzi e delle macchine, perchè, siano sempre in buono stato di servizio.

Nel prezzo di noleggio sono compresi gli oneri e tutte le spese per il trasporto a piè d'opera, montaggio, smontaggio ed allontanamento. Si applica il prezzo di funzionamento per i meccanismi soltanto per quelle ore in cui essi sono in attività di lavoro.

Per il noleggio degli automezzi verrà corrisposto soltanto il prezzo per le ore di effettivo lavoro, oppure per i chilometri effettivamente percorsi.

Nel trasporto si intende compresa ogni spesa, fornitura dei materiali di consumo e la mano d'opera del conducente.

I mezzi di trasporto, per i lavori in economia, debbono essere forniti in pieno stato di efficienza e corrispondere alle prescritte caratteristiche.

#### Art. 28- MATERIALI IN FORNITURA

Tutte le provviste dei materiali per le quantità prescritte dalla Direzione dei Lavori saranno misurate con metodi geometrici.

#### Art. 29- SCAVI

Saranno considerati scavi in terreno ordinario quelli eseguiti in terreni sciolti o anche in roccia tenera, degradata o friabile, che sia ordinariamente lavorabile con il piccone e sia quindi asportabile a mano o con mezzi meccanici di media potenza (Bulldozer HP 120-140), anche in presenza di trovanti con volume non superiore a 1 m<sup>3</sup>. Saranno considerati scavi in roccia quelli effettuati in materiale compatto non removibile a mano o con mezzo meccanico, ma che richiede l'uso preventivo di martelli meccanici o mine.

I prezzi relativi agli scavi comprendono i seguenti oneri:

- taglio delle piante anche ad alto fusto, estirpazione di arbusti, ceppaie radici, ecc., la demolizione di opere murarie di modesta entità ed il relativo trasporto a rifiuto;
- lo scavo, il trasporto e lo scarico a rifiuto in discarica del materiale eccedente o non ritenuto idoneo ed il trasporto di materiale per il reimpiego a qualsiasi distanza;
- il ritombamento dei vani dopo la posa in opera di condotte e canalizzazioni della sabbia di protezione e il successivo costipamento;
- la protezione delle pareti di scavo con qualsiasi mezzo;
- la demolizione di condotte di qualsiasi tipo e diametro anche esterne agli scavi (rese inutilizzabili) compreso il ritombamento;
- gli oneri derivanti dalla presenza di condotte per acqua e gas, fognature, linee elettriche, telefoniche e altre, il loro sostegno ed il loro ripristino in caso di rottura;
- le indennità occorrenti per depositi e discariche;
- la perfetta profilatura delle scarpate e dei cassonetti anche in roccia;
- gli esaurimenti d'acqua.

Qualora per la qualità del terreno o per qualsiasi altro motivo fosse necessario puntellare, sbadacchiare ed armare le pareti degli scavi l'Impresa dovrà provvedervi a sue spese adottando tutte le cautele per impedire smottamenti e franamenti.

A questo fine l'Impresa è tenuta a coordinare opportunamente l'esecuzione delle opere di scavo e murarie (esecuzione a campioni) poichè, gli oneri relativi sono da ritenersi compensati con i prezzi contrattuali.

Nessun compenso spetterà all'Impresa per il normale recupero (parziale o totale) del materiale impiegato nelle suddette opere di puntellamento.

Per quanto precede resta inteso che l'onere della protezione degli scavi in generale per prevenire smottamenti o riempimenti dovuti a qualsiasi causa spetta all'Impresa non potendo l'Amministrazione riconoscere alla stessa alcuna spesa a questo titolo.

Gli scavi di sbancamento in terreno ordinario dovranno avere una scarpata massima di 1/1. Pertanto agli effetti contabili tali scavi verranno computati con la detta scarpa o a quella minore risultante all'atto esecutivo restando gli eventuali maggiori scavi a carico dell'Impresa oltre alle relative spese di maggiore esproprio.

Gli scavi di sbancamento in roccia da mina dovranno avere come massimo una scarpata di 1/10 rimanendo gli eventuali maggiori volumi di scavo, oltre tale scarpa, a totale carico dell'Impresa e ciò anche se dovuti alla controllata ed incontrollabile azione delle mine.

Per gli scavi richiesti per la formazione dei vani di fondazione dei manufatti, la misura sarà fatta sulla verticale del blocco di fondazione (magrone).

Per gli scavi per posa di condotte, tombotti e canalizzazioni la misurazione va fatta secondo le sezioni tipo convenzionali di progetto e non secondo le sezioni effettive, dovendo la profondità essere determinata con riferimento alla quota di posa della tubazione rispetto al piano di sbancamento, escluse le zone occupate da pozzetti e manufatti in genere. Il prezzo relativo, comprende anche il maggiore lavoro di scavo richiesto dall'eventuale formazione di nicchie per la formazione dei giunti e l'eventuale trasporto a rifiuto del materiale, nonchè, ogni onere occorrente a dare ultimati ed in perfetto stato gli scavi stessi secondo le indicazioni della Direzione Lavori e le norme previste nel presente Capitolato, nel prezzo è compreso il rinterro ed i ripristini.

Nello stesso cavo potranno essere poste in opera anche più di una tubazione.

#### Art. 30 - RILEVATI E RIALZI

Tutte le operazioni previste e prescritte sono compensate dai prezzi relativi alla formazione del rilevato.

Dal computo dei volumi (redatto secondo le sezioni tipo convenzionali) si deterranno quelli delle opere d'arte e dei materiali altrimenti pagati, e non si terrà conto del materiale di riporto occorrente per eventuali cedimenti del piano di posa dei rilevati, intendendosi valutato tale onere nel prezzo per la formazione di rilevati, nè l'Impresa avrà diritto ad alcun compenso per la maggior larghezza e la maggior altezza date al rilevato in fase di esecuzione allo scopo di ottenere le dimensioni richieste dal progetto a lavoro finito.

Nessun compenso spetta inoltre all'Impresa per la formazione di rialzi in corrispondenza delle curve, salvo quello corrispondente per il maggior volume del corpo stradale.

#### Art. 31 - CONGLOMERATI CEMENTIZI

Tutti i conglomerati cementizi, armati o no, verranno misurati a volume con metodi geometrici in base alle dimensioni prescritte senza tener conto di nessuna eccedenza dipendente dalla forma degli scavi e dal modo di esecuzione, dedotti i vani con superficie superiore a 0,10 m<sup>2</sup> ed i materiali di differente natura in essi compenetranti.

Nei relativi prezzi di elenco sono compresi in particolare la fornitura a piè d'opera di tutti i materiali necessari (inerti, leganti, acqua, ecc.), la mano d'opera, l'attrezzatura ed i macchinari per la confezione, la posa in opera, gli stampi di ogni forma, le centine, i casseri e le casseforme per il contenimento del calcestruzzo, le armature in legname di ogni sorta a sostegno delle centine e dei casseri, i palchi provvisori di servizio per l'innalzamento dei materiali, la vibratura, nonchè, ogni spesa occorrente per le prove stabilite dal presente

Capitolato ed infine ogni onere derivante dalla formazione dei necessari giunti di dilatazione, drenaggi e feritoie secondo le prescrizioni che verranno impartite dalla Direzione Lavori. L'impiego di eventuali aeranti, plastificanti, impermeabilizzanti, acceleranti di presa o di altri ingredienti chimici, nei calcestruzzi, non previsti nelle voci di Elenco e non espressamente ordinate dalla D.L., non sarà compensato.

#### Art. 32 - FERRO TONDO E RETI ELETTROSALDATE PER CEMENTI ARMATI

Il peso del ferro tondo e delle reti per l'armatura del calcestruzzo e per la formazione dei pioli delle scale dei pozzetti, sia esso di tipo B 450 C, verrà determinato mediante il peso teorico corrispondente ai vari diametri effettivamente prescritto, trascurando le quantità superiori alle prescrizioni, le legature, gli eventuali distanziatori e le sovrapposizioni per le giunte non previste o non necessarie, intendendosi come tali anche quelle che collegano barre di lunghezza inferiore a quella commerciale.

Il peso del ferro in ogni caso verrà determinato con mezzi analitici ordinari, misurando cioè lo sviluppo lineare effettivo di ogni barra (seguendo le sagomatura ed uncinature) e moltiplicando per il peso unitario dato dalle tabelle del Manuale dell'Ingegnere del Colombo.

Il tondino sarà fornito e dato in opera nelle casseforme, dopo aver subito tutte le sagomature, legature e saldature, curando che la posizione dei ferri coincida rigorosamente con quella fissata nei disegni esecutivi; nel prezzo è compreso anche l'onere per lo sfrido.

#### Art. 33 - TUBAZIONI

Le tubazioni saranno misurate e pagate in ragione dei metri lineari utili delle condotte in opera.

Lo spazio corrispondente alla lunghezza fra le estremità dei pezzi speciali e delle apparecchiature (saracinesche, sfiati, idranti, ecc.) sarà escluso dalla misurazione di cui sopra, perchè, questi saranno pagati a parte e secondo i relativi prezzi di Elenco.

Nel prezzo, escluso lo scavo, s'intendono compensati i seguenti oneri:

- la fornitura, il trasporto, lo scarico e la formazione dei giunti tra tubo e tubo qualunque sia il tipo di giunto prescritto dalla Direzione Lavori (per le tubazioni in polietilene la fornitura e posa in opera dei giunti speciali in plastica o metallici in ottone U.N.I. 58, a manicotto, a flange o qualsiasi altro tipo di giunto; per le condotte in acciaio la fornitura e posa in opera di flange, guarnizioni, bulloni, elettrodi per la saldatura, piombo, corda catramata e qualsiasi altro materiale necessario);
- posa in opera dei tubi negli scavi anche in presenza d'acqua, con adeguato impiego di pompe o di altri mezzi di aggotamento, previa accurata preparazione del piano di posa;
- le prove di pressione;
- l'esecuzione e/o il ripristino del rivestimento esterno;
- l'eventuale taglio dei tubi e la mancata utilizzazione degli spezzoni;
- provvista e posa in opera di piastre e di cuffie con adatti sistemi di giunzione, per chiusure provvisorie di tutte le estremità delle tubazioni che durante l'esecuzione dei lavori dovessero per qualsiasi ragione restare aperte;
- la costruzione degli eventuali ancoraggi ove necessari;
- i lavaggi e le disinfezioni per le condotte di acqua;
- la mano d'opera, i mezzi e gli attrezzi necessari;
- il ritombamento del cavo.

#### Art. 34 - CHIUSINI E CADITOIE IN GHISA

I chiusini e le caditoie in ghisa verranno valutati al chilogrammo in base al peso effettivo controllato in contraddittorio e con stesura del verbale di pesatura.

#### Art. 35 - SABBIA DI PROTEZIONE CONDOTTE E CANALIZZAZIONI

Il volume della sabbia da porsi in opera per la protezione delle condotte e delle canalizzazioni dovrà essere contabilizzata con riferimento alle sezioni tipo di progetto e non a quelle effettive, detratto il volume occupato dai tubi.

Le dimensioni non devono essere in alcun caso inferiori a quelle di progetto.

#### Art. 36 - PAVIMENTAZIONI STRADALI

La valutazione delle pavimentazioni bitumate è fatta a metroquadrato o metro lineare, secondo le sezioni convenzionali tipo di progetto e non secondo le sezioni effettive, in quanto il maggior onere per le eventuali maggiori larghezze è stato tenuto in debito conto nella formulazione del prezzo.

La fresatura o taglio della pavimentazione bitumata prima di iniziare le operazioni di scavo, viene computata a mq x cm sulla lavorazione effettivamente eseguita.

#### Art. 37 - RIVESTIMENTI IN SCOGLIERA

Il rivestimento delle scarpate e le soglie di fondo con massi sarà compensato a peso, a volume o a superficie con i prezzi previsti dagli artt. Dell'Elenco dei prezzi Unitari.

Nei prezzi sopracitati è compreso ogni compenso per la scelta, la fornitura, trasporto e posa in opera del pietrame, l'onere della pesatura di ogni autotreno, le bollette dovranno essere conservate e consegnate alla Direzione dei Lavori ed ogni altro onere previsto negli artt. dell'Elenco dei prezzi Unitari e nel presente Capitolato.

Dal prezzo del pietrame è compreso il compenso per i movimenti di terra per la preparazione del piano di posa dei massi (scavi e rinterrati).