



Comune di Padova  
Settore Lavori Pubblici - Servizio Manutenzioni Infrastrutturali  
Regione Veneto

# MANUTENZIONE STRAORDINARIA E ADEGUAMENTO NORMATIVO DELLE BARRIERE METALLICHE NELLA TANGENZIALE SUD-EST

**LLPP OPI 2023/013**

**PROGETTO ESECUTIVO  
CUP H97H23000310004**

**Elaborato**

**4.02**

**Titolo**

**CAPITOLATO SPECIALE APPALTO  
NORME TECNICHE**

**Data emissione**

Marzo 2024

**Scala**

1:-

**Nome file**

FMI 23089-E-A4COP\_R1.dwg



**Autorizzazioni**

**R.U.P. Responsabile unico procedimento**

ing. Roberto Piccolo  
Settore Lavori Pubblici - Servizio Manutenzioni  
Infrastrutturali - Comune di Padova

**Progettista , D.LL. e C.S.E.**

ing. Ferrigato Mirko  
Albo Ing. VR 2305/96 - Collaudatori Veneto 1626/11  
Verona, Via Morgagni 24 - Legnago, Via Rovigo 85  
+320.211.30.84 - ferrigato.mirko@gmail.com

**Appaltatore**

n.	data	descrizione rev.	Revisioni
00	Marzo 2024	emissione	



**REGIONE VENETO**

**COMUNE DI PADOVA**

**MANUTENZIONE STRAORDINARIA**

**E ADEGUAMENTO NORMATIVO**

**BARRIERE METALLICHE NELLA TANGENZIALE SUD-EST**

**(LLPP OPI 2023/013 )**

**PROGETTO ESECUTIVO**

**C.S.A. NORME TECNICHE**

## INDICE

### Sommario

0	PREMESSA .....	1
1	CONDIZIONI GENERALI D'ACCETTAZIONE – PROVE DI CONTROLLO.....	2
2	CARATTERISTICHE DEI VARI MATERIALI .....	10
3	SCAVI .....	20
4	DEMOLIZIONI E RIMOZIONI .....	21
5	SCARIFICA E TAGLIO DI STRATI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO .....	24
6	RILEVATI .....	26
7	CONGLOMERATI CEMENTIZI SEMPLICI E ARMATI .....	27
8	COSTRUZIONI IN ACCIAIO .....	94
9	PONTI, VIADOTTI E SOTTOVIA.....	100
10	FONDAZIONI STRADALI .....	129
11	PAVIMENTAZIONI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO .....	140
12	BARRIERE DI SICUREZZA.....	164
13	SEGNALETICA ORIZZONTALE .....	181
14	SEGNALETICA VERTICALE .....	189

## **0 PREMESSA**

Il presente Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici è relativo alle opere previste nell'appalto che ha per oggetto l'esecuzione di lavori adeguamento normativo della barriere metalliche in un tratto della Tangenziale sud est di Padova, presso la corsia di marcia normale, della carreggiata direzione sud, dal km 6+550 al km 5+186 per una lunghezza di 1360 m, con barriere bordo ponte L=156 m su 4 manufatti in c.a. anch'essi da adeguare con opere in c.a. (Lungadige donati L=10m, Via Inghilterra L=62m, manufatto RFI L=38m, Corso Spagna L=46m,) e con barriere bordo rilevato L=1204 m da installare su banchina erbosa. Le barriere bordo rilevato sono rinforzate da sistema di trattenuta del paletto, a causa del terreno tipo "soft" della banchina erbosa esistente. Le barriere sono in classe di contenimento classe H3, con deflessione dinamica normalizzata in classe W3 per le bordo ponte e classe W4 per le bordo laterale.

## **PARTE I**

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

#### **1 CONDIZIONI GENERALI D'ACCETTAZIONE – PROVE DI CONTROLLO**

I materiali da impiegare per i lavori compresi nell'appalto dovranno corrispondere, come caratteristiche, a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia e nel successivo art. 2; in mancanza di particolari prescrizioni dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio.

Si precisa che le indicazioni normative riportate nelle presenti norme si intendono sempre riferentesi alla versione più recente delle stesse, comprensiva di eventuali atti di modificazione, integrazione e/o sostituzione.

I materiali proverranno da località o stabilimenti che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché corrispondano ai requisiti di cui sopra.

In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione Lavori; l'accettazione dei materiali non è comunque definitiva se non dopo che siano stati posti in opera e l'opera sia stata collaudata.

Nel caso in cui la Direzione Lavori abbia rifiutato una qualsiasi provvista come non atta all'impiego, l'Appaltatore dovrà sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute; i materiali rifiutati dovranno essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e spese dello stesso Appaltatore.

Malgrado l'accettazione dei materiali da parte della Direzione Lavori, l'Appaltatore resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto può dipendere dai materiali stessi.

L'Appaltatore sarà obbligato a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegare, anche se non incluse nelle presenti Norme, purché facenti riferimento ad una normativa in uso, sottostando a tutte le spese necessarie per il prelievo, la formazione e l'invio dei campioni ai Laboratori indicati dalla Direzione Lavori; fatte salve diverse prescrizioni contenute negli articoli specifici delle Norme, il costo diretto delle prove di laboratorio verrà sostenuto dalla Stazione Appaltante.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio; degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nei locali indicati dalla Direzione Lavori, previa apposizione di sigilli e

firme del Direttore Lavori e dell'Appaltatore e nei modi più adatti a garantirne la autenticità e la conservazione.

Le diverse prove ed esami sui campioni verranno effettuate presso i laboratori ufficiali individuati negli elenchi elaborati in conformità alla vigente normativa ed indicati univocamente dalla Stazione Appaltante.

## **1.1 QUALITA', PROVENIENZA ED IMPIEGO DEI MATERIALI**

I materiali (intesi come materiali, prodotti, composti, forniture, componenti, ecc.) devono corrispondere alle prescrizioni del presente Capitolato Speciale ed essere della migliore qualità. Tutti i materiali possono essere messi in opera solamente dopo l'accettazione del Direttore Lavori.

### **1.1.1 Accettazione dei materiali**

I materiali da impiegare nei lavori dovranno essere:

- a. **prequalificati** corredandoli di tutti i certificati di prove sperimentali o di dichiarazioni a cura del Produttore necessari ad attestare, prima dell'impiego, la loro conformità in termini di caratteristiche meccanico-fisico-chimiche alle prescrizioni del presente Capitolato Speciale;
- b. **identificati** riportando le loro caratteristiche nel Documento di Trasporto con cui il materiale viene consegnato in cantiere o a piè d'opera. L'Appaltatore dovrà consegnare alla Direzione Lavori una copia del DdT (Documento di Trasporto) e dell'eventuale documentazione allegata;
- c. **certificati** mediante la documentazione di attestazione rilasciata da un Ente terzo indipendente (Marcatura CE) ovvero, ove previsto, autocertificati dal Produttore. L'Appaltatore dovrà consegnare alla Direzione Lavori una copia dei certificati;
- d. **accettati** dal Direttore Lavori mediante controllo delle certificazioni cui ai punti precedenti e mediante prove sperimentali di accettazione;
- e. **ulteriormente verificati** nel caso in cui il Direttore Lavori ravvisi difformità nella fornitura dei materiali, nelle lavorazioni o nell'opera ultimata rispetto a quanto richiesto dal presente Capitolato Speciale.

Tutti gli oneri per prelievi, prove di laboratorio e certificati relativi ai punti a), b), c), d) ed e) rimangono ad esclusivo carico dell'Appaltatore mentre le prove di laboratorio e le certificazioni relative al punto d) sono a carico della Committente, permanendo

anche per quest'ultime, a carico dell'Appaltatore l'onere dei prelievi, dell'eventuale conservazione dei campioni e delle prove che diano esito negativo.

Nel caso il materiale risulti non conforme agli standard ed ai controlli previsti ai punti a), b), c) o d), lo stesso non sarà ritenuto idoneo all'impiego e dovrà essere immediatamente allontanato dal cantiere, sostituendolo con altra fornitura che corrisponda alle caratteristiche volute. Le opere già costruite utilizzando materiale non conforme dovranno essere demolite a totale cura e spese dell'Appaltatore.

Nonostante l'accettazione dei materiali da parte della Direzione Lavori, l'Appaltatore resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto può dipendere dai materiali stessi.

#### **1.1.2 Conformità e Non Conformità al Capitolato Speciale**

Il presente Capitolato Speciale determina le caratteristiche dei materiali e le modalità esecutive ritenute idonee per eseguire le lavorazioni in modo conforme alle aspettative di qualità del Committente.

Il Personale della Direzione Lavori è preposto a rilevare, utilizzando un apposito modulo di "Non Conformità", gli scostamenti riscontrati nei materiali utilizzati, nelle forniture, nelle caratteristiche di una parte dell'opera o nelle sue modalità esecutive, rispetto alle prescrizioni del Progetto e del Capitolato Speciale. Le lavorazioni oggetto di procedura di "Non Conformità" non verranno contabilizzate fino a quando il Direttore dei Lavori dichiarerà la chiusura della procedura, attestando l'intervenuta risoluzione della non conformità. Le "Non Conformità" che non troveranno risoluzione causeranno la demolizione dell'opera non conforme.

#### **1.1.3 Impiego dei materiali**

L'Appaltatore che nel proprio interesse o di sua iniziativa abbia impiegato materiali o componenti di caratteristiche superiori a quelle prescritte nei documenti contrattuali, o eseguito una lavorazione più accurata, non ha diritto ad aumento dei prezzi e la contabilità è redatta come se i materiali avessero le caratteristiche stabilite.

Nel caso sia stato autorizzato per ragioni di necessità o convenienza da parte del Direttore dei Lavori l'impiego di materiali o componenti aventi qualche carenza nelle dimensioni, nella consistenza o nella qualità, ovvero sia stata autorizzata una lavorazione di minor pregio, viene applicata una adeguata riduzione del prezzo in sede di contabilizzazione, sempre che l'opera sia accettabile senza pregiudizio e salve le determinazioni definitive dell'organo di collaudo.



#### **1.1.4 Provvista dei materiali**

Se gli atti contrattuali non contengono specifica indicazione, l'Appaltatore è libero di scegliere il luogo ove rifornirsi dei materiali necessari alla realizzazione del lavoro, purché essi abbiano le caratteristiche prescritte dai documenti tecnici allegati al contratto. Le eventuali modifiche di tale scelta non comportano diritto al riconoscimento di maggiori oneri, né all'incremento dei prezzi pattuiti.

Nel prezzo dei materiali sono compresi tutti gli oneri derivanti all'Appaltatore dalla loro fornitura a piè d'opera, compresa ogni spesa per eventuali aperture di cave, estrazioni, trasporto da qualsiasi distanza e con qualsiasi mezzo, occupazioni temporanee, ripristino dei luoghi, indennizzi ed indennità a Terzi.

#### **1.1.5 Sostituzione dei luoghi di provenienza dei materiali previsti in contratto**

Qualora gli atti contrattuali prevedano il luogo di provenienza dei materiali, il Direttore dei Lavori può prescriverne uno diverso, ove ricorrano ragioni di necessità o convenienza.

Qualora i luoghi di provenienza dei materiali siano indicati negli atti contrattuali, l'Appaltatore non può cambiarli senza l'autorizzazione scritta del Direttore dei Lavori, che riporti l'espressa approvazione del Responsabile unico del procedimento.

#### **1.1.6 Difetti di costruzione**

L'Appaltatore deve demolire e rifare a sue spese le lavorazioni che il Direttore Lavori accerta eseguite senza la necessaria diligenza o con materiali diversi da quelli prescritti contrattualmente o che, dopo la loro accettazione e messa in opera, abbiano rivelato difetti o inadeguatezze.

Qualora il Direttore Lavori presuma che esistano difetti di costruzione, può ordinare che le necessarie verifiche siano disposte in contraddittorio con l'Appaltatore che dovrà farsi carico di tutte le attività necessarie a consentire l'espletamento delle verifiche. Quando i vizi di costruzione siano accertati, le spese delle verifiche sono a carico dell'Appaltatore, in caso contrario l'Appaltatore ha diritto al rimborso di tali spese e di quelle sostenute per il ripristino della situazione originaria, con esclusione di qualsiasi altro indennizzo o compenso.

## **1.2 DICHIARAZIONE DI CONFORMITA' E MARCATURA CE**

I prodotti che riportano la marcatura CE, che ne attesta l' idoneità per un dato impiego previsto, secondo un insieme di prestazioni minime che si rifanno ai requisiti essenziali della Direttiva 89/106/CE, beneficiano di presunzione di rispondenza alle caratteristiche dichiarate.

### **1.2.1 Marcatura CE - Materiali**

Tutti i materiali forniti dall'Appaltatore da impiegare nei lavori dovranno presentare, ove previsto dalla Normativa italiana vigente alla data dell'offerta, la Marcatura CE, a garanzia della conformità del prodotto a tutte le direttive e norme ad esso applicabili.

Materiali non rispondenti a tale requisito, non saranno ritenuti idonei all'impiego e dovranno essere immediatamente allontanati dal cantiere, sostituendoli con altri che corrispondano alle caratteristiche volute. L'utilizzo di un prodotto sprovvisto di Marcatura CE dovrà essere preventivamente autorizzato dal Direttore Lavori previa motivata richiesta scritta dell'Appaltatore.

### **1.2.2 Marcatura CE - Macchinari**

Tutti i macchinari, impianti, equipaggiamenti, dispositivi, strumenti e attrezzature da impiegare nei lavori dovranno presentare la Marcatura CE, a garanzia della conformità del prodotto a tutte le direttive e norme ad esso applicabili.

Macchinari sprovvisti della Marcatura CE o immessi sul mercato prima dell'entrata in vigore della Marcatura CE non saranno ritenuti idonei all'impiego e dovranno essere immediatamente allontanati dal cantiere, sostituendoli con altri che corrispondano alle caratteristiche volute.

L'utilizzo di un prodotto sprovvisto di Marcatura CE dovrà essere preventivamente autorizzato dal Direttore Lavori previa motivata richiesta scritta dell'Appaltatore.

## **1.3 PIANIFICAZIONE DEI LAVORI**

Ferma restando la piena autonomia dell'Appaltatore sulla conduzione del cantiere, è prevista la consegna alla Direzione Lavori dei seguenti strumenti di controllo dell'andamento dei lavori:

### **1.3.1 Programma bisettimanale**

In aggiunta al Programma Esecutivo dei Lavori previsto dal Contratto ed alle sue periodiche revisioni, l'Appaltatore per l'intera durata del cantiere dovrà presentare un "Cronoprogramma Bisettimanale" sul quale sarà rappresentato un diagramma Gaant delle attività della settimana in corso e di quella successiva.

Convenzionalmente le settimane sono definite dalle ore 0,00 del lunedì alle ore 24,00 della domenica successiva.

Il cronoprogramma bisettimanale dovrà essere presentato per approvazione al Direttore Lavori almeno quattro giorni prima dell'inizio di ciascuna settimana. Ogni variazione rispetto a quanto programmato dovrà essere tempestivamente comunicata in forma scritta alla Direzione Lavori. In caso di mancata trasmissione del programma o dei cambiamenti a questo apportati, la Direzione Lavori riterrà non conformi le lavorazioni eseguite, avviando le relative procedure.

### **1.3.2 Fasi vincolate e segnalate**

Il presente Disciplinare indica una serie di lavorazioni che, per la loro specificità, potranno essere effettuate solo in presenza degli Incaricati della Direzione Lavori (cosiddette "fasi vincolate") o solo dopo aver informato via fax, con anticipo di almeno 24 ore, la Direzione Lavori (cosiddette "fasi segnalate").

Nel programma bisettimanale l'Appaltatore dovrà evidenziare le attività soggette a fasi vincolate o segnalate in modo che la Direzione Lavori possa organizzare per tempo i propri impegni.

Le lavorazioni soggette a fase vincolata realizzate dall'Appaltatore in assenza della Direzione Lavori saranno oggetto di procedura di "Non Conformità".

Le lavorazioni soggette a fase segnalata, correttamente annunciate dall'Appaltatore, potranno venire eseguite anche in assenza della Direzione Lavori una volta trascorso l'orario indicato nella comunicazione dell'Appaltatore. Le lavorazioni non correttamente segnalate o realizzate in anticipo rispetto all'orario indicato, saranno oggetto di procedura di "Non Conformità".

#### ***Fasi vincolate***

- piano degli scavi di fondazione (prove su piastra, ..);
- bonifica fondazione stradale;

- piano di posa rilevati (prove su piastra, ..);
- piano di posa fondazione pavimentazione (prove su piastra, ..);
- getti in cls delle fondazioni (plinti, pozzi, ...);
- armature con materiali compositi fibrosi;
- iniezione cavi di precompressione;
- posa apparecchi d'appoggio e giunti;
- tesatura tiranti.

### ***Fasi Segnalate***

- demolizioni di strutture e fabbricati;
- campi di preconsolidamento in sotterraneo;
- getti in cls delle elevazioni (pile, pulvini, impalcati, setti, ..);
- fondazione della pavimentazione stradale (stabilizzati, misti cementati, ..);
- pavimentazioni in conglomerato bituminoso.

#### **1.3.3 Piano di Impiego dei Macchinari**

Prima dell'inizio di ciascuna lavorazione, l'Appaltatore dovrà presentare per approvazione al Direttore Lavori il "Piano di Impiego" di tutti i macchinari, impianti, equipaggiamenti, dispositivi, strumenti e attrezzature che intende utilizzare.

Il Piano di Impiego è composto dall'elenco delle attrezzature che saranno utilizzate, corredato dai seguenti documenti (per ciascuna attrezzatura):

- a. Contratto di noleggio o copia conforme del libro cespiti dell'Appaltatore che ne attesti la proprietà e da cui dovrà essere individuabile il valore di ammortamento annuo ed il valore residuo dell'attrezzatura;
- b. Marcature CE;
- c. libretti di uso e manutenzione, riportanti n° di matricola e caratteristiche tecniche del macchinario;
- d. elaborati progettuali e relazioni di calcolo (per ponteggi, casseforme, carri varo, impianti betonaggio, ...);
- e. attestati di revisione/verifica e certificati di taratura;
- f. eventuali autorizzazioni amministrative (messa in servizio, emissioni in atmosfera, scarichi idrici, ecc...).

#### **1.3.4 Procedure di lavoro**

Prima dell'inizio di ciascuna lavorazione che sia di particolare rilevanza tecnico-economica (secondo il giudizio della Direzione Lavori) o che richieda operazioni ripetute ed il cui svolgimento temporale si sviluppi oltre due settimane l'Appaltatore dovrà allegare al cronoprogramma bisettimanale di cui al presente articolo, per approvazione del Direttore Lavori, una relazione che:

- a. descriva la lavorazione (anche utilizzando appositi elaborati grafici) indicando i documenti progettuali di riferimento;
- b. definisca il metodo di esecuzione, la sequenza delle attività da porre in opera e le fasi rispetto ad altre attività previste nello stesso periodo;
- c. precisi la composizione della Manodopera da utilizzare dichiarando il nominativo del Responsabile o del Capo Squadra;
- d. precisi i materiali da utilizzare, descrivendone le caratteristiche ed allegandone le relative schede sicurezza prodotto;
- e. definisca i controlli da eseguire in corso d'opera;
- f. precisi i macchinari da utilizzare, allegandone il Piano di Impiego.

#### **1.3.5 AS -BUILT**

Ai fini di agevolare il controllo della pianificazione dei lavori da parte della D.L., l'Appaltatore è tenuto a presentare con cadenza mensile, o su richiesta della D.L., le tavole aggiornate che illustrino le lavorazioni effettuate.

## 2 CARATTERISTICHE DEI VARI MATERIALI

I materiali da impiegare nei lavori dovranno avere i 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 nelle presenti Norme.

Nel caso di mancanza di tale certificazione, il materiale non verrà ritenuto idoneo all'impiego ed immediatamente allontanato dal cantiere, a totale cura e spese dell'Appaltatore.

In caso di difformità con quanto fissato nel presente articolo, varrà quanto prescritto dalla Norma specifica.

- a. **Acqua:** dovrà essere dolce, limpida, non inquinata da materie organiche o comunque dannose all'uso cui l'acqua medesima è destinata e rispondere ai requisiti stabiliti dalle norme tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge n. 1086/1971 e alla UNI-EN 1008.
- b. **Leganti idraulici - Calci aeree - Pozzolane:** dovranno corrispondere alle prescrizioni:
  - della Legge n. 595/1965;
  - delle "Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei leganti idraulici" D.M. 14/01/1966, modificato con D.M. 03/06/1968, D.M. 31/08/1972, D.M. 13/09/1993;
  - delle "Norme per l'accettazione delle calci aeree" R.D. n. 2231/1939;
  - delle "Norme per l'accettazione delle pozzolane e dei materiali a comportamento pozzolanico", R.D. n. 2230/1939;
  - UNI EN 197-1 (2011);

I materiali dovranno trovarsi, al momento dell'uso in perfetto stato di conservazione.

Il loro impiego nella preparazione di malte e conglomerati cementizi dovrà avvenire con l'osservanza delle migliori regole dell'arte.

- c. **Ghiaie - Ghiaietti - Pietrischi - Pietrischetti - Sabbie per opere murarie:** dovranno essere provvisti di marcatura CE e conformi alla norma UNI-EN 8520-2.

Le dimensioni massime degli aggregati costituenti la miscela dovranno essere inerti assortiti con diametro massimo di 30mm (D30), compatibili con quanto prescritto nel D.M. 14/01/2008 e D.M. 17/01/2018 e in ogni caso le maggiori fra

quelle previste come compatibili per la struttura a cui il conglomerato cementizio è destinato.

Per le caratteristiche di forma valgono le prescrizioni fissate dall'art. 2 delle Norme citate nel seguente comma D).

Si tratta di materiali da impiegarsi nella formazione dei conglomerati cementizi, escluse le pavimentazioni.

- d. **Pietrischi - Pietrischetti - Graniglie - Sabbie - Additivi per pavimentazioni:** dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali" del C.N.R. (Fascicolo n. 4, Ed. 1953 ed eventuali successive modificazioni ed integrazioni) ed essere rispondenti alle specifiche riportate nelle rispettive norme di esecuzione lavori.

- e. **Ghiaie - Ghiaietti per pavimentazioni:** dovranno corrispondere, come pezzatura e caratteristiche, ai requisiti stabiliti nella "Tabella UNI 2710 - Ed. giugno 1945" ed eventuali successive modificazioni ed integrazioni.

Dovranno essere costituiti da elementi sani e tenaci, privi di elementi alterati, essere puliti e praticamente esenti da materie eterogenee, non presentare perdita di peso, per decantazione in acqua, superiore al 2%.

- f. **Pietre naturali:** le pietre da impiegare nelle murature, nei drenaggi, nelle gabbionate, etc. dovranno essere sostanzialmente compatte ed uniformi, sane e di buona resistenza alla compressione, prive di parti alterate.

Esse dovranno corrispondere ai requisiti d'accettazione stabiliti nel R.D. n. 2232/1939 "Norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione".

Dovranno avere forme regolari e dimensioni adatte al loro particolare impiego.

Le pietre grezze per murature frontali non dovranno presentare screpolature e peli: dovranno essere sgrossate col martello ed anche con la punta, in modo da togliere le scabrosità più sentite nelle facce viste e nei piani di contatto così da permettere lo stabile assestamento su letti orizzontali e in perfetto allineamento.

- g. **Pietre da taglio:** proverranno dalle cave che saranno accettate dalla Direzione Lavori.

Esse dovranno essere sostanzialmente uniformi e compatte, sane e tenaci, senza parti alterate, vene, peli od altri difetti, senza immasticature o tasselli.

Esse dovranno corrispondere ai requisiti di accettazione stabiliti dal R.D. n. 2232/1939.

Le lavorazioni che potranno essere adottate per le pietre da taglio saranno le seguenti:

- a grana grossa;
- a grana ordinaria;
- a grana mezza fina;
- a grana fina.

Quando anche si tratti di facce semplicemente abbozzate, esse dovranno venire lavorate sotto regolo in modo da non presentare incavi o sporgenze maggiori di 2cm rispetto al piano medio; le pietre lavorate a punta grossa non presenteranno irregolarità maggiori di 1cm.

Per le pietre lavorate a punta mezzana od a punta fina, i letti di posa saranno lavorati a perfetto piano, e le facce dovranno avere gli spigoli vivi e ben rifilati in modo che le connessure non eccedano i 5mm.

Dove sia prescritta la lavorazione a martellina, le superfici e gli spigoli dovranno essere lavorati in modo che le commessure non eccedono i 3mm.

Non saranno tollerate né smussature negli spigoli, né cavità nelle facce, né masticature o rattoppi.

- h. **Materiali laterizi:** dovranno corrispondere ai requisiti d'accettazione stabiliti con R.D. n. 2232/1939 "Norme per l'accettazione dei materiali laterizi" od alle Norme UNI 5628-65, UNI 1607, UNI 5629-65, UNI 5630-65, UNI 5632-65.

I mattoni dovranno essere ben cotti, di forma regolare, con gli spigoli ben profilati e dritti; alla frattura dovranno presentare struttura fine ed uniforme ed essere senza calcinaroli e impurità.

- i. **Argilla espansa:** dovrà essere ottenuta mediante klinkerizzazione in forni rotanti ad una temperatura non inferiore a 1200°C e peso in mucchio 320÷630kg/mc a seconda della granulometria.
- j. **Blocchi prefabbricati per vibro-compressione:** saranno confezionati con inerti di buona qualità e dosaggi non inferiori a 200kg di cemento, di tipo IV 42.5 o 42.5R, per metro cubo di impasto.

La resistenza a rottura degli elementi dovrà essere:

- 8 MPa per blocchi prefabbricati con impiego di ghiaietto e pietrisco;
- MPa per blocchi prefabbricati con impiego di argilla espansa.

La superficie delle costole dovrà essere almeno pari, nel caso di strutture non portanti, al 40%; nel caso di strutture portanti al 65% della superficie apparente del piano di posa del blocco.



- k. **Blocchi prefabbricati di cemento e argilla espansa faccia-vista:** saranno prodotti con inerti di buona qualità e dosaggi non inferiori a 200kg di cemento, di tipo IV 42.5 o 42.5R, per metro cubo di impasto. Saranno confezionati con conglomerato cementizio a struttura chiusa; la curva granulometrica varierà da 0.5÷4mm; la densità da 1.200÷1.600kg/mc.

Una varietà dei blocchi faccia vista è costituita dagli «splittati» ottenuti a spacco da un blocco doppio e possono essere a paramento normale o scanalato.

- l. **Materiali ferrosi:** saranno esenti da scorie, soffiature, saldature e da qualsiasi altro difetto. Gli acciai per c.a., c.a.p. e carpenteria metallica dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti dalle Norme UNI EN 10025/05 per i laminati, UNI EN 10210/06 per i tubi senza saldatura e UNI EN 10219/06 per i tubi saldati.

Per le armature del c.a. s'impiega un acciaio in barre a aderenza migliorata del tipo B450C controllato in stabilimento (conforme al D.M. 14/01/2008 e D.M. 17/01/2018), con caratteristiche:

- Tensione caratt. di snervamento:  $f_{yk} \geq 430 \text{ N/mm}^2$
- Tensione caratt. di rottura:  $f_{tk} \geq 540 \text{ N/mm}^2$
- Allungamento uniforme al carico max.:  $s_{su,k} > 7,5\%$
- $1,15 < f_t/f_y < 1,35$
- $f_{y,eff} / f_{y,nom} < 1,25$ .

Il lamierino di ferro per formazione di guaine per armature per c.a.p. dovrà essere del tipo laminato a freddo, di qualità extra dolce ed avrà spessore di 0.2mm.

I bulloni normali saranno conformi per le caratteristiche dimensionali alle norme della serie UNI EN 14399.

I tubi in acciaio senza saldatura, per costruzioni meccaniche, dovranno soddisfare la norma UNI EN 100210 ed essere del tipo S355.

- m. **Acciaio inossidabile:** dovrà presentare elevata resistenza alla corrosione ed al calore e rispondere, per composizione chimica, caratteristiche e prescrizioni generali, alla norma UNI EN 10088-1:2014.

Le lamiere in acciaio inox saranno laminate a freddo a norma UNI EN 10088-2:2014.

La designazione degli acciai è fatta per composizione chimica, dove «x» sta per «acciaio legato», il primo numero indica la percentuale di carbonio moltiplicato per 100 ed i numeri finali indicano i tenori degli elementi di lega in %.

Oltre alla classificazione UNI verrà abitualmente usata anche la classificazione AISI (American Iron and Steel Institute).

- n. **Acciaio zincato:** profilati, lamiera e tubi in acciaio, di qualsiasi sezione, spessore o diametro, tanto in elementi singoli quanto assemblati in strutture composte, dovranno essere zincati per immersione in zinco fuso, nel rispetto delle prescrizioni della norma di unificazione Progetto SS UNI E 14.07.000 (rivestimenti metallici protettivi applicati a caldo - rivestimenti di zinco ottenuti per immersione su oggetti diversi, fabbricati in materiale ferroso).

Per tutti i manufatti in lamiera zincata quali coperture, condotti, canali di gronda, converse, scossaline, compluvi, infissi, serrande, serbatoi per acqua e simili, se non altrimenti disposto dovranno essere impiegate lamiera zincate secondo il procedimento Sendzimir.

Lo strato di zincatura, inteso come massa di zinco, espressa in grammi al metro quadrato, presente complessivamente su ciascuna faccia della lamiera, se non diversamente specificato, non dovrà essere inferiore a:

- 190g/mq per zincatura normale;
- 300g/mq per zincatura pesante.

- o. **Alluminio e leghe leggere:** per laminati, trafilati o sagomati non estrusi dovrà essere impiegato alluminio primario di cui alla norma UNI 4507 - «Alluminio primario ALP 99.5 da lavorazione plastica». Leghe leggere da lavorazione plastica resistenti alla corrosione dovranno corrispondere alle norme UNI 3569-66 o UNI 3571.

- p. **Alluminio anodizzato:** dovrà risultare conforme alla norma UNI 4522-66 «Rivestimenti per ossidazione anodica dell'alluminio e sue leghe. Classificazione, caratteristiche e collaudo».

Gli strati normalizzati di ossido anodico saranno definiti mediante una sigla (OTO, BRI, ARP, ARC, ARS, IND, VET rispettivamente per strato: ottico, brillante, architettonico lucido, architettonico spazzolato, architettonico satinato chimicamente, industriale grezzo, vetroso), un numero che ne indica la classe di spessore e l'eventuale indicazione della colorazione.

Per gli strati architettonici la norma prevede quattro classi di spessore:

- Classe 5: spessore strato min. 5 µm;
- Classe 10: spessore strato min. 10 µm;
- Classe 15: spessore strato min. 15 µm;
- Classe 20: spessore strato min. 20 µm.

Di queste la prima verrà impiegata in parti architettoniche per usi interni di non frequente manipolazione, la seconda per parti architettoniche esposte all'atmosfera con manutenzione periodica, la terza in parti esposte ad atmosfere

industriali o marine e la quarta, di tipo rinforzato, in atmosfere particolarmente aggressive.

- q. **Rame:** lamiere, nastri e fili saranno conformi alle UNI 3310/2<sup>^</sup>/3<sup>^</sup>/46 - 72.
- r. **Prodotti plastici metacrilici:** caratterizzati da infrangibilità, leggerezza ed elevatissima resistenza agli agenti atmosferici, dovranno rispondere alle prescrizioni di cui alle seguenti norme di unificazione: UNI 7067-72 ("Materie plastiche metacriliche per stampaggio ed estrusione. Tipi, prescrizioni e prove") e UNI 7074-72 ("Lastre di polimetilmetacrilato. Tipi, prescrizioni e prove").

Le lastre potranno essere di tipo I (colorate in forma e successivamente polimerizzate in blocco) e di tipo II (prepolimerizzate e termoestruse).

In ogni caso saranno assolutamente prive di difetti superficiali e di forma.

I lucernari, sia a cupola (a semplice od a doppia parete anticondensa) che continui, saranno fabbricati con lastre di polimetilmetacrilato delle migliori qualità (plexiglass, perspex, etc.).

- s. **Legnami:** di qualunque essenza essi siano, dovranno soddisfare, sia per le opere definitive che per quelle provvisorie, a tutte le prescrizioni ed avere i requisiti delle precise categorie di volta in volta prescritte e non dovranno presentare difetti incompatibili con l'uso a cui sono stati destinati.

I legnami rotondi o pali dovranno provenire da vero tronco e non dai rami, saranno diritti in modo che la congiungente i centri delle due basi non esca in alcun punto dal palo.

Dovranno essere scortecciati per tutta la loro lunghezza e rettificati in superficie; la differenza fra i diametri medi delle estremità non dovrà oltrepassare il quarto del maggiore dei due diametri.

I legnami grossolanamente squadri ed a spigolo smussato, dovranno avere tutte le facce spianate, tollerandosi in corrispondenza ad ogni spigolo l'alburno e lo smusso in misura non maggiore di 1/5 della minore dimensione trasversale dell'elemento.

I legnami a spigolo vivo dovranno essere lavorati e squadri a sega e dovranno avere tutte le facce esattamente spianate, senza rientranze o risalti, con gli spigoli tirati a filo vivo, senza alburno né smussi di sorta.

I legnami, in genere, dovranno corrispondere ai requisiti di cui alle Norme UNI in vigore.

I legnami di tipo lamellare dovranno essere di qualità I secondo la normativa DIN 4074, con giunzioni a pettine secondo la normativa DIN 88140 e la loro essenza lignea sarà preferibilmente di abete rosso o larice.

Le strutture in legno lamellare dovranno essere prodotte da stabilimenti in possesso del certificato di incollaggio di tipo A, in conformità alla norma DIN 1052. Gli eventuali trattamenti protettivi, gli spessori e le modalità applicative degli stessi, dovranno essere del tipo previsto negli elaborati progettuali.

- t. **Leganti ed emulsioni bituminosi:** dovranno soddisfare i requisiti stabiliti nelle corrispondenti norme C.N.R. "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali" - Fascicolo n. 2 - Ed. 1951; "Norme per l'accettazione delle emulsioni bituminose per usi stradali" Fascicolo n.3 - Ed. 1958 e loro eventuali successive modificazioni ed integrazioni.
- u. **Leganti bituminosi:** dovranno corrispondere ai requisiti di cui alle "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali" - Fascicolo n.7 - Ed. 1957 del C.N.R. e eventuali successive modificazioni ed integrazioni.
- v. **Vetri e cristalli:** dovranno essere, per le richieste dimensioni, di un solo pezzo, di spessore uniforme, di prima qualità, perfettamente incolori, trasparenti, privi di scorie, bolle, soffiature, ondulazioni, nodi, opacità lattiginose, macchie e qualsiasi altro difetto.
- w. **Cristalli lustrati:** si intendono per tali i vetri piani con entrambi le facce tese, mediante trattamento "Float", praticamente piane, parallele e lustre.  
Essi dovranno rispondere alle norme di unificazione UNI 6487-75 per vetri pianicristalli lustrati (lustrati e float).
- x. **Vetri uniti al perimetro (vetro-camera):** saranno costituiti da pannelli prefabbricati formati da due lastre di vetro piano accoppiate (a mezzo di profilato e distanziatore saldato con adesivi o sigillanti), fra le quali è racchiusa aria o gas disidratati.

Il giunto d'accoppiamento dovrà essere assolutamente ermetico e di conseguenza, non dovrà presentarsi nessuna traccia di polvere o di condensa sulle superfici interne di cristalli.

Essi dovranno presentarsi perfettamente trasparenti ed inoltre stabili alla luce, all'invecchiamento ed agli agenti atmosferici.

Per le tolleranze sugli spessori, dimensionali e di forme si rimanda alle norme UNI 7172-73.

- y. **Geotessili:** costituiti da tessuto non tessuto a filamento continuo ottenuto da fibre 100% polipropilene o poliestere di prima qualità (con esclusione di fibre riciclate), agglomerate mediante sistema di agugliatura meccanica, stabilizzate ai raggi UV, con esclusione di collanti, resine, additivi chimici e/o processi di termofusione, termocalandratura e termolegatura.

I geotessili sono a filo continuo quando il filamento ha lunghezza teoricamente illimitata.

Nella tabella che segue vengono riepilogate, in relazione alla natura chimica dei polimeri impiegati, le principali caratteristiche degli stessi:

MATERIE PRIME - CARATTERISTICHE TECNICHE	POLIESTERE	POLIPROPILENE
Densità min. (g/cmc)	1.38	0.90
Punto di rammollamento min. (°C)	230□250	140
Punto di fusione min. (°C)	260□265	170□175
Punto d'umidità (% a 65% di umidità rel.)	0.4	0.04

I geotessili dovranno non avere superficie liscia, essere imputrescibili ed atossici, resistenti ai raggi ultravioletti, ai solventi, alle reazioni chimiche che si producono nel terreno, alle cementazioni naturali, all'azione di microrganismi, essere antinquinanti ed isotropi.

Dovranno essere forniti in rotoli di larghezza la più ampia possibile in relazione alle modalità di impiego. Il materiale dovrà essere qualificato prima dell'impiego mediante le seguenti prove:

CARATTERISTICHE TECNICHE	NORMATIVA
campionatura (per N deve intendersi il rotolo o la pezza)	EN ISO 10320
peso (g/mq)	EN 965
spessore (mm)	EN 964-1
resistenza a trazione longitudinale/trasversale (kN/ml)	EN ISO 10319
allungamento a rottura longitudinale/trasversale (%)	EN ISO 10319
resistenza al punzonamento CBR (N)	EN ISO 12236
prova di caduta conica (diametro massimo del foro) (mm)	EN 918
apertura efficace dei pori $O_{90}$ (μm)	EN 12956
permeabilità verticale rispetto al piano senza carico (l/mq*sec)	EN ISO 11058
permeabilità all'acqua nel piano con carico 20 kPa (l/m*h)	EN 12958
resistenza all'invecchiamento (diminuzione carico rottura) (%)	ENV 12224
resistenza chimica (diminuzione carico rottura) (%)	ENV 13438

- z. **Tubazioni in PVC:** in cloruro di polivinile rigido serie pesante, dei tipi 302, 303/1 e 303/2, secondo le vigenti Norme UNI, con giunti a bicchiere muniti di guarnizione in gomma.

Ogni tubo dovrà portare impresso, in modo evidente, leggibile ed indelebile, il nominativo del produttore, il diametro nominale, l'indicazione del tipo; dovrà essere munito inoltre del marchio di conformità alle Norme UNI rilasciato dall'Istituto Italiano dei Plastici.

aa. **Materiali per opere in verde:**

Terreno vegetale: il materiale da impiegarsi per il rivestimento delle scarpate di rilevato, per la formazione delle banchine laterali per il ricarico, la livellazione e la ripresa di aree comunque destinate a verde, dovrà essere terreno vegetale, proveniente da scotico di terreno a destinazione agraria da prelevarsi fino alla profondità massima di 1.00m.

Qualora il prelevamento della terra venga fatto da terreni naturali non coltivati, la profondità di prelevamento sarà limitata al primo strato di suolo esplorato dalle radici delle specie a portamento erbaceo, ossia a quello spessore ove la presenza di humus e le caratteristiche fisico-microbiologiche del terreno permettono la normale vita dei vegetali, ma in ogni caso non superiore a 50cm.

L'Appaltatore, prima di effettuare il prelevamento della terra, dovrà darne comunicazione alla Direzione dei Lavori, indicando il sito di prelevamento; la Direzione Lavori eventualmente potrà richiedere un prelievo di campioni in contraddittorio, per le analisi di idoneità del materiale, da effettuarsi presso una stazione di chimica agraria riconosciuta, a cura e spese dell'Appaltatore.

Concimi: i prodotti minerali semplici o complessi usati per la concimazione di fondo od in copertura dovranno essere di marca nota sul mercato nazionale, avere titolo dichiarato ed essere conservati negli involucri originali di fabbrica.

Sementi: l'Appaltatore dovrà fornire sementi di ottima qualità e rispondenti esattamente a genere e specie richiesta, sempre nelle confezioni originali sigillate munite di certificato di identità ed autenticità con l'indicazione del grado di purezza e di germinabilità e della data di scadenza stabiliti dalle leggi vigenti.

Per evitare che possano alterarsi o deteriorarsi, le sementi devono essere immagazzinate in locali freschi, ben aerati e privi di umidità.

Per il prelievo dei campioni di controllo, valgono le norme dell'art. 1.

Per ulteriori approfondimenti, riguardanti tutti i materiali per opere in verde, si fa riferimento a quanto riportato nell'articolo specifico per l'esecuzione dei lavori.

- bb. **Materiali di qualsiasi provenienza da impiegare nelle lavorazioni:** materiali per rilevati e/o riempimenti, aggregati grossi e fini per conglomerati, drenaggi, fondazioni stradali, pietrame per murature, drenaggi, gabbioni, etc.

I materiali da impiegare nelle lavorazioni sopra indicate dovranno essere sottoposti dalla Direzione Lavori, prima del loro impiego, alle verifiche e prove di laboratorio, per accertarne la idoneità in relazione alle particolari utilizzazioni previste.

Dopo che la Direzione Lavori avrà espresso il proprio benestare sulla base dei risultati delle prove di laboratorio, il materiale potrà essere impiegato nella produzione, fermo restando che l'Appaltatore stessa sarà responsabile, a tutti gli effetti della rispondenza alle specifiche norme contrattuali.

Gli oneri per prove e verifiche di idoneità sono a totale ed esclusivo carico dell'Appaltatore.

## **PARTE II**

### **CARATTERISTICHE TECNICHE PRESTAZIONALI DEGLI ELEMENTI TECNICI**

L'Appaltatore dovrà eseguire le opere in ottemperanza alle Leggi, ai regolamenti vigenti ed alle prescrizioni degli Enti competenti in materia di Lavori Pubblici.

Ove non sia presente una disciplina normativa verranno adottate tutte le norme e le raccomandazioni tecniche di Enti di unificazione nazionali riconosciuti (UNI, CEI, CNR, etc.); resta la facoltà dell'Appaltatore di proporre soluzioni tecniche, sistemi costruttivi e materiali rispondenti a normative analoghe di Enti di pari grado appartenenti a paesi membri UE.

Pertanto, fermo restando ogni altra responsabilità dell'Appaltatore a termini di legge, esso rimane unico e completo responsabile della esecuzione delle opere.

Le presenti Norme Tecniche determinano in modo prioritario le modalità esecutive, i materiali, le lavorazioni; in altre parole, nel caso di discrepanze e difformità tra Norma Tecnica e descrizione delle lavorazioni contenuta nell'Elenco Prezzi, dovrà essere seguito, obbligatoriamente, quanto previsto nelle Norme Tecniche.

### **3 SCAVI**

omissis



## **4 DEMOLIZIONI E RIMOZIONI**

### **4.1 DEMOLIZIONE DI MURATURE E FABBRICATI**

omissis

### **4.2 IDRODEMOLIZIONI**

La idrodemolizione di strati di conglomerato cementizio di elementi strutturali (ponti, viadotti, muri di sostegno, etc.) dovrà essere effettuata con l'impiego di idonee attrezzature atte ad assicurare getti d'acqua a pressione modulabile fino a 1.500bar, con portate fino a 300l/min, regolabili per quanto attiene la velocità operativa.

Gli interventi dovranno risultare selettivi ed asportare gli strati di conglomerato degradati senza intaccare quelli aventi resistenza uguale o superiore alla minima indicata in progetto.

L'Appaltatore dovrà provvedere all'approvvigionamento dell'acqua occorrente per la demolizione del materiale e la pulizia della superficie risultante.

Le attrezzature impiegate dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione della Direzione Lavori; dovranno essere dotate di sistemi automatici di comando e controllo a distanza, nonché di idonei sistemi di sicurezza contro la proiezione del materiale demolito, dovendo operare anche in presenza di traffico e dovranno rispondere inoltre alle vigenti norme di Legge in materia antinfortunistica.

### **4.3 DEMOLIZIONE DELLA PAVIMENTAZIONE STRADALE CON FRESATURA**

La demolizione della parte della sovrastruttura legata a bitume per l'intero spessore o parte di esso deve essere effettuata con idonee attrezzature munite di frese a tamburo funzionanti a freddo, munite di nastro caricatore per il carico del materiale di risulta; su parere della Direzione Lavori potranno essere impiegate fresatrici a sistema misto (preriscaldamento leggero), purché non compromettano il legante esistente nella pavimentazione da demolire.

Le attrezzature tutte devono essere perfettamente efficienti e funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni approvate preventivamente dalla Direzione Lavori; devono inoltre avere caratteristiche tali che il materiale

risultante dall'azione di scarifica risulti idoneo a giudizio della Direzione Lavori per il reimpiego nella confezione di nuovi conglomerati.

L'Appaltatore si deve scrupolosamente attenere agli spessori di demolizione definiti dal progetto o prescritti dalla Direzione Lavori; non saranno pagati maggiori spessori rispetto a quelli definiti.

Il rilievo degli spessori delle demolizioni deve essere effettuato in contraddittorio; lo spessore della demolizione deve essere mantenuto costante in tutti i punti e deve essere valutato mediando 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 deve essere eseguita con attrezzature approvate dalla Direzione Lavori munite di spazzole e dispositivi aspiranti, in grado di dare un piano depolverizzato, perfettamente pulito.

Se la demolizione dello strato legato a bitume interessa uno spessore inferiore ai 15cm potrà essere effettuata con un solo passaggio di fresa, mentre per spessori superiori a 15cm si devono effettuare due passaggi di cui il primo pari ad  $\frac{1}{3}$  dello spessore totale avendo cura di formare un gradino tra il primo ed il secondo strato demolito di almeno 10cm di base per lato.

Le pareti dei giunti longitudinali devono risultare perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e prive di sgretolature.

Sia la superficie risultante dalla fresatura che le pareti del cavo devono, prima della posa in opera dei nuovi strati di riempimento, risultare perfettamente pulite, asciutte e uniformemente rivestite dalla mano di attacco di legante bituminoso tal quale o modificato.

Nel caso di pavimentazione su impalcati di opere d'arte, la demolizione dovrà eseguirsi con tutte le precauzioni necessarie a garantire la perfetta integrità della sottostante soletta; in questi casi potrà essere richiesta la demolizione con scalpello a mano con l'ausilio del martello demolitore.

Solamente quando previsto in progetto e in casi eccezionali si potrà eseguire la demolizione della massicciata stradale, con o senza conglomerato bituminoso, anche su opere d'arte, con macchina escavatrice od analoga e, nel caso in cui il bordo della pavimentazione residua debba avere un profilo regolare, per il taglio perimetrale si dovrà fare uso della sega clipper.

Eventuali danni causati dall'azione dei mezzi sulla parte di pavimentazione da non demolire o su opere d'arte devono essere riparati a cura e spese dell'Appaltatore.

#### **4.4 DEMOLIZIONE DELL'INTERA SOVRASTRUTTURA CON SISTEMI TRADIZIONALI**

La demolizione dell'intera sovrastruttura può anche essere eseguita con impiego di attrezzature tradizionali quali escavatori, pale meccaniche, martelli demolitori etc. a discrezione della Direzione Lavori ed a suo insindacabile giudizio.

Le pareti verticali dello scavo devono essere perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e privo di sgretolature.

Eventuali danni causati dall'azione dei mezzi sulla parte di pavimentazione da non demolire devono essere riparati a cura e spese dell'Appaltatore.

L'Appaltatore è inoltre tenuto a regolarizzare e compattare il piano di posa della pavimentazione demolita nel caso che non si proceda alla stesa del misto granulometricamente stabilizzato.

#### **4.5 RIMOZIONI**

Per rimozione si intende:

smontaggio di recinzione costituita da rete metallica e relativi montanti;

smontaggio di sicurvia di qualunque tipo, con montanti infissi in terra, in pavimentazione o bullonati su manufatti;

smontaggio di elementi puntuali quali segnaletica stradale verticale, paracarri, pali di illuminazione, etc.

Nelle rimozioni sopra elencate sono compresi gli oneri per il trasporto del materiale di risulta fuori delle pertinenze stradali sino alla discarica ed il trasporto dei materiali di recupero, che restano di proprietà della Stazione Appaltante, nei depositi che saranno indicati dalla Direzione Lavori.

## **5 SCARIFICA E TAGLIO DI STRATI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO**

La fresatura o taglio 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 impianto 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 delle 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 quote 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 mediando 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.

## **6 RILEVATI**

omissis

## 7 CONGLOMERATI CEMENTIZI SEMPLICI E ARMATI

### 7.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

<b>D.M. 14/01/08 "Norme Tecniche per le Costruzioni"</b>	
<b>D.M. 17/01/18 "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni"</b>	
<b>Linee Guida per il Calcestruzzo Preconfezionato</b>	
<b>Linee Guida sul Calcestruzzo Strutturale</b>	
<b>Linee Guida sui Calcestruzzi Strutturali ad Alta Resistenza</b>	
<b>Linee Guida per la messa in opera del Calcestruzzo Strutturale</b>	
<b>UNI EN 206:2021</b>	<i>Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità</i>
<b>UNI 11104:2016</b>	<i>Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Specificazioni complementari per l'applicazione della EN 206</i>
<b>UNI EN 197-1: 2011</b>	<i>Cemento - Parte 1: Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni</i>
<b>UNI 9156:2015</b>	<i>Cementi resistenti ai solfati - Classificazione e composizione</i>
<b>ISO 9001:2015</b>	<i>Sistema di gestione per la qualità. Requisiti</i>
<b>UNI 8520 Parte 1 e 2</b>	<i>Aggregati per calcestruzzo-Istruzioni complementari per l'applicazione in Italia della norma UNI-EN 12620 – Requisiti</i>
<b>UNI EN 1008:2003</b>	<i>Acqua d'impasto per il calcestruzzo</i>
<b>UNI EN 934-2</b>	<i>Additivi per calcestruzzo</i>
<b>UNI EN 450</b>	<i>Ceneri volanti per calcestruzzo</i>
<b>UNI-EN 13263 parte 1 e 2</b>	<i>Fumi di silice per calcestruzzo</i>
<b>UNI EN 12350-2</b>	<i>Determinazione dell'abbassamento al cono</i>
<b>UNI EN 12350-5</b>	<i>Determinazione dello spandimento alla tavola a scosse</i>
<b>UNI EN 12350-7</b>	<i>Misura del contenuto d'aria sul calcestruzzo fresco</i>
<b>UNI 7122</b>	<i>Calcestruzzo fresco. Determinazione della quantità di acqua d'impasto essudata</i>
<b>UNI EN 12390 Parte 1, 2, 3 e 4</b>	<i>Procedura per il confezionamento dei provini destinati alla valutazione della resistenza meccanica a compressione</i>
<b>UNI EN 13791</b>	<i>Valutazione della resistenza meccanica a compressione del calcestruzzo (in situ) della struttura in opera</i>
<b>UNI EN 12504-1</b>	<i>Prove sul calcestruzzo nelle strutture. Carote: valutazione della resistenza a compressione</i>
<b>EN 10080:2005</b>	<i>Acciaio per cemento armato</i>
<b>UNI EN ISO 15630 -1/2</b>	<i>Acciai per cemento armato: Metodi di prova</i>
<b>EUROCODICE 2- UNI ENV 1992</b>	<i>Progettazione delle strutture in c.a.</i>
<b>UNI ENV 13670-1</b>	<i>Execution of concrete structures</i>
<b>UNI 8866</b>	<i>Disarmanti</i>

## **7.2 CARATTERISTICHE DELLE MATERIE PRIME**

### **7.2.1 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.

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.

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 L. n°595/65 o, al momento del recepimento nell'ordinamento italiano, cementi a bassissimo calore di idratazione VHL conformi alla norma UNI EN 14216.

#### **7.2.1.1 Controllo della documentazione**

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

Tutte le forniture di cemento devono essere accompagnate dall'attestati 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 L. n°595/65 rilasciata dal produttore di cemento.

#### **7.2.1.2 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 preconfezionamento 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 5.000ton 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 DPR 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.

#### **7.2.2 Aggiunte**

Per le aggiunte si farà riferimento al punto 4.2 della UNI 11104 ed ai punti 5.1.6 e 5.2.5 della UNI EN 206.

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.

##### **7.2.2.1 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 dalla UNI EN 206 verrà desunto in accordo al prospetto 3 della UNI 11104, come riportato nella tabella seguente:

TIPO DI CEMENTO	CLASSI DI RESISTENZA	VALORI DI K
CEM I	32.5 N, R	0.2
CEM I	42.5 N, R - 52.5 N, R	0.4
CEM IIA	32.5 N, R - 42.5 N, R	0.2
CEM IIIA	32.5 N, R - 42.5 N, R	0.2
CEM IVA	32.5 N, R - 42.5 N, R	0.2
CEM VA	32.5 N, R - 42.5 N, R	0.2

TABELLA 6.1 - VALORI DEL COEFFICIENTE K PER CENERI VOLANTI UNI EN 450 (PROSP. 3, UNI 11104)

#### 7.2.2.2 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 premiscelati 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 6.3.3).

In deroga a quanto riportato dalla 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 a/c prescritto  $\leq 0,45k = 2,0$
- per un rapporto a/c prescritto  $> 0,45k = 2,0$  eccetto  $k = 1,0$  per le classi di esposizione XC e XF

La quantità (cemento +  $k \cdot$  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.

### **7.2.3 Aggregati**

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

Gli aggregati debbono essere conformi ai requisiti della normativa 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 2600kg/mc. A questa prescrizione si potrà derogare solo in casi di comprovata impossibilità di approvvigionamento locale, purché si continuino a rispettare le prescrizioni in termini di resistenza caratteristica a compressione e di durabilità. 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 2.600Kg/mc. Per i calcestruzzi con classe di resistenza caratteristica a compressione maggiore di C50/60 preferibilmente dovranno essere utilizzati aggregati di massa volumica maggiore di 2600kg/mc.

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 punto 11 della UNI EN 1744-1) 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.

#### 7.2.3.1 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 possenga i requisiti reologici, meccanici e di durabilità di cui al paragrafo 6.3.7.

Per le parti rilevanti, devono essere effettuate ogni 100ton di aggregato prodotto e, comunque, negli impianti di riciclo, per ogni giorno di produzione.

ORIGINE DEL MATERIALE DA RICICLO	CLASSE DEL CALCESTRUZZO	PERCENTUALE DI IMPIEGO
Demolizioni di edifici (macerie)	= C8/10	fino al 100%
Demolizioni di solo cls e c.a.	≤ C20/25	fino al 60%
	≤ C30/37	≤ 30%
	≤ C45/55	≤ 20%
Riutilizzo di calcestruzzo interno negli stabilimenti di prefabbricazione qualificati	Classe minore del cls di origine	fino al 15%
	Stessa classe del cls di origine	fino al 10%

TABELLA 6.2 - PERCENTUALI DI IMPIEGO DI AGGREGATI DI RICICLO (D.M. 17/01/2018)

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.

#### 7.2.4 Acqua di impasto

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

#### 7.2.5 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. È 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 o superfluidificanti ad alta efficacia per limitare il contenuto di acqua di impasto, migliorare la stabilità 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 norme UNI EN 206 e UNI 11104.

Nella tabella seguente viene proposto uno schema riassuntivo per le varie classi di additivo in funzione delle classi di esposizione:

CLASSE DI ESPOSIZIONE	CLASSE DI RESISTENZA	A/C MAX	WR/SF	AE	HE	SRA	IC
X0	C12/15	0,60					
XC1 – XC2	C25/30	0,60	X				
XF1	C32/40	0,50	X		X	X	
XF2	C25/30	0,50	X	X	X	X	X
XF3	C25/30	0,50	X	X	X	X	
XF4	C28/35	0,45	X	X	X	X	X
XA1-XC3-XD1	C28/35	0,55	X			X	X
XS1-XC4-XA2-XD2	C32/40	0,50	X			X	X
XS2-XS3-XA3-XD3	C35/45	0,45	X			X	X

TABELLA 6.3 - ADDITIVO IN FUNZIONE DELLE CLASSI DI ESPOSIZIONE

dove:

A/C = rapporto acqua/cemento

WR/SF = fluidificanti/superfluidificanti

AE = aerante

HE = acceleranti (solo in condizioni climatiche invernali)

SRA = additivi riduttori di ritiro

IC = inibitori di corrosione.

### 7.2.6 Acciaio

L'acciaio da cemento armato ordinario comprende:

- barre d'acciaio tipo B450C ( $6\text{mm} \leq \varnothing \leq 40\text{mm}$ ), rotoli tipo B450C ( $6\text{mm} \leq \varnothing \leq 16\text{mm}$ );
- reti elettrosaldate ( $6\text{mm} \leq \varnothing \leq 12\text{mm}$ ) tipo B450C;
- tralicci elettrosaldati ( $6\text{mm} \leq \varnothing \leq 12\text{mm}$ ) tipo B450C.

Questi prodotti devono rispondere alle caratteristiche richieste dal D.M.14/01/2008 e D.M. 17/01/2018, che specifica le caratteristiche tecniche, 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, il marchio indelebile che lo rende riconoscibile e riconducibile allo stabilimento di produzione.

#### 7.2.6.1 Requisiti

##### 7.2.6.1.1 Saldabilità e composizione chimica

L'analisi chimica effettuata su colata e l'eventuale analisi chimica effettuata sul prodotto finito deve soddisfare le limitazioni specificate nelle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008 e D.M. 17/01/2018), come riportato nella tabella seguente:

TIPO DI ANALISI	CARBONIO <sup>a</sup> C (%)	FOSFORO P (%)	ZOLFO S (%)	RAME Cu (%)	AZOTO <sup>b</sup> N (%)	CARBONIO EQUIVALENTE <sup>a</sup> (%)
Analisi su colata	0,22	0,050	0,050	0,80	0,012	0,50
Analisi su prodotto	0,24	0,055	0,055	0,85	0,014	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.

TABELLA 6.4 - MASSIMO CONTENUTO DI ELEMENTI CHIMICI (D.M. 17/01/2018)

#### 7.2.6.1.2 Proprietà meccaniche

Le proprietà meccaniche devono essere in accordo con quanto specificato nelle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008 e D.M. 17/01/2018), come riportato nella tabella seguente:

PROPRIETA'	VALORE CARATTERISTICO
$f_y$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\geq 450 \alpha$
$f_t$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\geq 540 \alpha$
$f_t/f_y$	$\geq 1,15 \beta$ $< 1,35 \beta$
Agt (%)	$\geq 7,50 \beta$
$f_y/f_{y,nom}$	$\leq 1,25 \beta$
$\alpha$ - valore caratteristico con $p = 0.95$ $\beta$ - valore caratteristico con $p = 0.90$	

TABELLA 6.5 - PROPRIETÀ MECCANICHE (D.M. 17/01/2018)

In aggiunta a quanto sopra riportato, si possono richiedere le caratteristiche aggiuntive come riportato nella tabella seguente:

PROPRIETA'	REQUISITO
Resistenza a fatica assiale*	2 milioni di cicli
Resistenza a carico ciclico**	3 cicli/sec (deformazione 1,5÷4 %)
Idoneità al raddrizzamento dopo piega	Mantenimento delle proprietà meccaniche
Controllo radiometrico	Superato ai sensi del D.L. 230/95 e del D. L. 241/00
* = in campo elastico ** = in campo plastico	

TABELLA 6.6 - PROPRIETÀ AGGIUNTIVE

#### 7.2.6.1.3 Prova di piega e raddrizzamento

In accordo con quanto specificato nel D.M. 14/01/2008 e D.M. 17/01/2018, è richiesto il rispetto dei limiti riportati nella tabella seguente:

DIAMETRO NOMINALE (D) (mm)	DIAMETRO MASSIMO DEL MANDRINO
$\varnothing < 12$	4 D
$12 \leq \varnothing \leq 16$	5 D
$16 < \varnothing \leq 25$	8 D
$25 < \varnothing \leq 40$	10 D

TABELLA 6.7 - DIAMETRI DEL MANDRINO PER LA PROVA DI PIEGA E RADDRIZZAMENTO (D.M. 17/01/2018)

#### 7.2.6.1.4 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  $270N/mm^2$  ( $0,6 f_{y,nom}$ ). L'intervallo delle tensioni,  $2\sigma$  deve essere pari a  $150N/mm^2$  per le barre dritte o ottenute da rotolo e  $100N/mm^2$  per le reti elettrosaldate. Il campione deve sopportare un numero di cicli pari a  $2 \times 10^6$ .

#### 7.2.6.1.5 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 3Hz, con lunghezza libera entro gli afferraggi e con deformazione max. di trazione/compressione come riportato nella seguente tabella:

DIAMETRO NOMINALE (D) (mm)	LUNGHEZZA LIBERA	DEFORMAZIONE (%)
$D \leq 16$	5 D	$\pm 4$
$16 < 25$	10 D	$\pm 2.5$
$25 \leq D$	15 D	$\pm 1.5$

TABELLA 6.8 - PROVA CARICO CICLICO IN RELAZIONE AL DIAMETRO

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



#### 7.2.6.1.6 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 e D.M. 17/01/2018, come riportato nella tabella seguente:

DIAMETRO NOMINALE (D) (mm)	TOLLERANZA SULLA SEZIONE (%)
$6 \leq \varnothing \leq 8$	$\pm 6$
$8 < \varnothing \leq 40$	$\pm 4.5$

TABELLA 6.9 - DIAMETRI NOMINALI E TOLLERANZE (D.M. 17/01/2018)

#### 7.2.6.1.7 Aderenza e geometria superficiale

I prodotti devono avere una superficie nervata in accordo con il D.M. 14/01/2008 e D.M. 17/01/2018. Le tensioni di aderenza devono essere misurate in accordo a quanto riportato nei DM suddetti. I prodotti devono aver superato le prove di Beam Test effettuate presso un Laboratorio Ufficiale.

#### 7.2.6.2 Controlli sull'acciaio

##### 7.2.6.2.1 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 al punto 11.3.2.11 del D.M. 14/01/2008 e D.M. 17/01/2018 e controllati con le modalità riportate nei punti 11.3.2.10 e 11.3.2.11 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 e D.M. 17/01/2018.

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 leggibilità, anche parziale, rendono il prodotto non impiegabile e pertanto le forniture dovranno essere rifiutate.

#### **7.2.6.2.2 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 punto 11.3.2.10.4 del D.M. 14/01/2008 e successivo D.M. 17.01.2018.

Il campionamento ed il controllo di accettazione dovranno essere effettuati 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 100cm 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 11.3.2.3 di cui al precedente D.M., riguarderà le proprietà meccaniche di resistenza e di allungamento, come riportato nella tabella seguente:

CARATTERISTICHE	VALORE LIMITE	NOTE
$f_y$ minimo	425 N/mm <sup>2</sup>	(450 – 25) N/mm <sup>2</sup>
$f_y$ massimo	572 N/mm <sup>2</sup>	[450x(1.25+0.02)] N/mm <sup>2</sup>
Agt minimo	≥ 6.0%	Per acciai laminati a caldo
Rottura/snervamento	$1.13 < f_t/f_y < 1.37$	Per acciai laminati a caldo
Piegamento/raddrizzamento	assenza di cricche	Per tutti

TABELLA 6.10 - VALORI LIMITE PER PROVE ACCIAIO

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 100x100cm.

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).

#### **7.2.6.3 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", come riportato nella tabella seguente:

<b>DIAMETRO BARRA (mm)</b>	<b>DIAMETRO MINIMO DEL MANDRINO PER PIEGATURE E GANCI</b>
$\varphi \leq 16$	4 $\varphi$
$\varphi > 16$	7 $\varphi$

TABELLA 6.11 - DIAMETRI AMMISSIBILI DEI MANDRINI PER BARRE PIEGATE

#### **7.2.6.4 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 2Km dal mare, le barre di armatura dovranno essere protette con appositi teli dall'azione dell'aerosol marino.

## 7.3 CARATTERISTICHE DEL CALCESTRUZZO

### 7.3.1 Classe di resistenza

Il comportamento e la resistenza delle strutture in calcestruzzo, vengono identificate mediante la classe di resistenza, contraddistinta dalla simbologia C (X/Y) dove:

- X è la resistenza caratteristica cilindrica a compressione ( $f_{ck}$ ) misurata su provini cilindrici con rapporto altezza/diametro pari a 2, espressa in N/mm<sup>2</sup>;
- Y è la resistenza caratteristica cubica a compressione ( $R_{ck}$ ), valutata su provini cubici di lato 150mm, espressa in N/mm<sup>2</sup>.

Le classi di resistenza sono definite nelle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M.14/01/2008 e D.M. 17/01/2018), come riportato nella tabella seguente:

CALCESTRUZZO CLASSE DI RESISTENZA C(x/y)
C8/10
C12/15
C16/20
C20/25
C25/30
C30/37
C35/45
C40/50
C45/55
C50/60
C55/67
C60/75
C70/85
C80/95
C90/105

TABELLA 6.12 - CLASSI DI RESISTENZA DEL CALCESTRUZZO (D.M. 17/01/2018)

### 7.3.2 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 6.3.4 e 6.3.5 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'interferro ridotto di 5mm, dello spessore del copriferro aumentato del 30% (in accordo anche con quanto stabilito dagli Eurocodici).

### 7.3.3 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:

$$\left(\frac{a}{c}\right)_{eq} = \frac{a_{eff}}{(c + c_v + f_s)}$$

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;
- $c_v$  => dosaggio per m<sup>3</sup> di impasto di cenere volante;
- $f_s$  => dosaggio per m<sup>3</sup> di impasto di fumo di silice;

- $K_{cv}$  e  $K_{fs}$  => coefficienti di equivalenza rispettivamente della cenere volante e del fumo di silice desunti dalla norma UNI-EN 206 ed UNI 11104 (vedi paragrafi 6.2.2.1 e 6.2.2.2);

#### **7.3.4 Lavorabilità (Classe di consistenza)**

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 in cantiere la lavorabilità prescritta e riportata per ogni specifico conglomerato nella tabella seguente.

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 dopo aver proceduto a scaricare dalla betoniera almeno 0.3mc 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.

Le classi di consistenza sono definite dalla UNI EN 206, come riportato nella tabella seguente:

CLASSE DI CONSISTENZA	ABBASSAMENTO DEL CONO DI ABRAMS SLUMP (mm)
S1	da 10 a 40
S2	da 50 a 90
S3	da 100 a 150
S4	da 160 a 200
S5	≥ 200

TABELLA 6.13 - CLASSI DI CONSISTENZA DEL CALCESTRUZZO (UNI EN 206)

### 7.3.5 Acqua di bleeding

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

### 7.3.6 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 6.16, 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).

### 7.3.7 Durabilità (Classe di esposizione)

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

DENOMINAZIONE DELLA CLASSE	DESCRIZIONE DELL'AMBIENTE	EMESPI INFORMATIVI DI SITUAZIONI A CUI POSSONO APPLICARE LE CLASSI DI ESPOSIZIONE
<b>1. ASSENZA DI RISCHIO DI CORROSIONE O ATTACCO</b>		
X0	Per calcestruzzo privo di armatura o inserti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo e disgelo, o attacco chimico. Calcestruzzi con armatura o inserti metallici: in ambiente molto asciutto	Interno di edifici con umidità relativa molto bassa. Calcestruzzo non armato all'interno di edifici. Calcestruzzo non armato immerso in suolo non aggressivo o in acqua non aggressiva. Calcestruzzo non armato soggetto a cicli di bagnato asciutto ma non soggetto ad abrasione, gelo o attacco chimico.
<b>2. CORROSIONE INDOTTA DA CARBONATAZIONE (CALCESTRUZZO CONTENENTE ARMATURE O INSERTI METALLICI ED ESPOSTO ALL'ARIA ED ALL'UMIDITÀ')</b>		
XC1	Asciutto o permanentemente bagnato	Interni di edifici con umidità relativa bassa. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con le superfici all'interno di strutture con eccezione delle parti esposte a condensa, o immerse in acqua.
XC2	Bagnato, raramente asciutto	Parti di strutture di contenimento liquidi, fondazioni. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso prevalentemente immerso in acqua o terreno non aggressivo.
XC3	Umidità moderata	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici esterne riparate dalla pioggia, o in interni con umidità da moderata ad alta.
XC4	Ciclicamente asciutto e bagnato	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici soggette a alternanze di asciutto ed umido. Calcestruzzi a vista in ambienti urbani. Superfici a contatto con l'acqua non compresa nella classe XC2.
<b>3. CORROSIONE INDOTTA DA CLORURI ESCLUSI QUELLI PROVENIENTI DALL'ACQUA DI MARE</b>		
XD1	Umidità moderata	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in superfici o parti di ponti e viadotti esposti a spruzzi d'acqua contenenti cloruri.
XD2	Bagnato, raramente asciutto	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in elementi strutturali totalmente immersi in acqua anche industriale contenente cloruri (piscine).
XD3	Ciclicamente asciutto e bagnato	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, di elementi strutturali direttamente soggetti agli agenti disgelanti o agli spruzzi contenenti agenti disgelanti. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, elementi con una superficie immersa in acqua contenente cloruri e l'altra esposta all'aria. Parti di ponti, pavimentazioni e parcheggi per auto.
<b>4. CORROSIONE INDOTTA DA CLORURI PRESENTI NELL'ACQUA DI MARE</b>		

DENOMINAZIONE DELLA CLASSE	DESCRIZIONE DELL'AMBIENTE	EMESPI INFORMATIVI DI SITUAZIONI A CUI POSSONO APPLICARE LE CLASSI DI ESPOSIZIONE
XS1	Esposto alla salsedine marina ma non direttamente in contatto con l'acqua di mare	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali sulle coste o in prossimità.
XS2	Permanentemente sommerso	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso di strutture marine completamente immerse in acqua.
XS3	Zone esposte agli spruzzi oppure alla marea	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso di strutture marine completamente immerse in acqua.
<b>5. ATTACCO DEI CICLI GELO/DISGELO CON O SENZA DISGELANTI</b>		
XF1	Moderata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante	Superfici verticali di calcestruzzo come facciate e colonne esposte alla pioggia ed al gelo. Superfici non verticali e non soggette alla completa saturazione ma esposte al gelo, alla pioggia o all'acqua.
XF2	Moderata saturazione d'acqua in presenza di agente disgelante	Elementi come parti di ponti che in altro modo sarebbero classificati come XF1 ma che sono esposti direttamente o indirettamente agli agenti disgelanti.
XF3	Elevata saturazione d'acqua in assenza di agente disgelante	Superfici orizzontali in edifici dove l'acqua può accumularsi e che possono essere soggetti ai fenomeni di gelo, elementi soggetti a frequenti bagnature ed esposti al gelo.
XF4	Elevata saturazione d'acqua con presenza di agente antigelo oppure acqua di mare	Superfici orizzontali quali strade o pavimentazioni esposte al gelo ed ai sali disgelanti in modo diretto o indiretto, elementi esposti al gelo e soggetti a frequenti bagnature in presenza di agenti disgelanti o di acqua di mare.
<b>6. ATTACCO CHIMICO</b>		
XA1	Ambiente chimicamente debolmente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Contenitori di fanghi e vasche di decantazione. Contenitori e vasche per acque reflue.
XA2	Ambiente chimicamente moderatamente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Elementi strutturali o pareti a contatto di terreni aggressivi.
XA3	Ambiente chimicamente fortemente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Elementi strutturali o pareti a contatto di acque industriali fortemente aggressive. Contenitori di foraggi, mangimi e liquami provenienti dall'allevamento animale. Torri di raffreddamento di fumi e gas di scarico industriali.

TABELLA 6.14 - CLASSI DI ESPOSIZIONE AMBIENTALI DEL CALCESTRUZZO (PROSP.1 - UNI 11104)

	NESSUN RISCHIO DI CORROSIONE DELLE ARMATURE	CORROSIONE DELLE ARMATURE INDOTTA DALLA CARBONATAZIONE				CORRISPONDENZA DELLE ARMATURE INDOTTA DAI CLORURI						ATTACCO DI CICLI DI GELO/DISGELO				AMBIENTE AGGRESSIVO PER ATTACCO CHIMICO		
						ACQUA DI MARE			CLORURI PROVENIENTI DA ALTRE FONTI									
	X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3
MASSIMO RAPPORTO a/c	-	0,60		0,55	0,50	0,50	0,45		0,55	0,50	0,45	0,50	0,50		0,45	0,55	0,50	0,45
MINIMA CLASSE DI RESISTENZA	C12/15	C25/30		C28/35	C32/40	C32/40	C35/45		C28/35	C32/40	C35/45	C32/40	C25/30		C28/35	C28/35	C32/40	C35/45
MINIMO CONTENUTO IN CEMENTO (%)		300		320	340	340	360		320	340	360	320	340		360	320	340	360
CONTENUTO MINIMOA (%)													3.0 (a)					
ALTRI RESIDUI												AGGREGATI CONFORMI ALLA UNI EN 12620 DI ADEGUATA RESISTENZA AL GELO/DISGELO			È RICHIESTO L'IMPIEGO DI CEMENTI RESISTENTI AI SOLFATI (b)			
(a) QUANDO IL CALCESTRUZZO NON CONTIENE ARIA AGGIUNTA, LE SUE PRESTAZIONI DEVONO ESSERE VERIFICATE RISPETTO AD UN CALCESTRUZZO AERATO PER IL QUALE È PROVATA LA RESISTENZA AL GELO/DISGELO, DA DETERMINARSI SECONDO UNI 7087, PER LA RELATIVA CLASSE DI ESPOSIZIONE																		
(b) QUALORA LA PRESENZA DI SOLFATI COMPORTI LE CLASSI DI ESPOSIZIONE XA2 E XA3 È ESSENZIALE UTILIZZARE UN CEMENTO RESISTENTE AI SOLFATI SECONDO LA UNI 9156																		

TABELLA 6.15 - VALORI LIMITI PER LA COMPOSIZIONE E LE PROPRIETÀ DEL CALCESTRUZZO (PROSP.4 - UNI 11104)

### 7.3.8 Tipi di conglomerato cementizio

Per la realizzazione di opere in c.a., dovrà essere impiegato **esclusivamente “conglomerato cementizio a prestazione garantita”** secondo quanto previsto dalla UNI EN 206.

La prescrizione del calcestruzzo all’atto del progetto, dovrà essere caratterizzata dai seguenti parametri:

- classe di esposizione;
- classe di resistenza;
- classe di consistenza;
- rapporto (a/c) max;
- minimo contenuto di cemento;
- minimo contenuto di aria (solo per le classi di esposizione XF2, XF3, XF4);
- tipo di cemento (se necessario);
- dimensione max dell’aggregato;
- copriferro minimo.

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

TIPI DI CONGLOMERATO CEMENTIZIO (UNI 11104 – UN EN 206-1)								
Campo d’impiego	Classe di esposizione	Classe resistenza	Classe di consistenza (slump)	Rapporto (a/c) max	Minimo contenuto di cemento (kg/m <sup>3</sup> )	Minimo contenuto di aria (classi XF2, XF3 e XF4)	Dimensione max aggregato (mm)	Copriferro minimo (mm)
Fondazione	XC2	C25/30	S4	0.60	300	0	35	40

TABELLA 6.16 - CLASSIFICAZIONE DEI DIVERSI TIPI DI CONGLOMERATO

## 7.4 QUALIFICA DEL CONGLOMERATO CEMENTIZIO

In accordo alle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008 e D.M. 17/01/2018) per la produzione del calcestruzzo si possono configurare due differenti possibilità:

- a. calcestruzzo prodotto senza processo industrializzato;
- b. calcestruzzo prodotto con processo industrializzato.

#### **7.4.1 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 punto

11.2.3 del D.M. 14/01/2008 e successivo D.M. 17.01.2018 prevede, in questo caso, la qualificazione iniziale delle miscele per mezzo della "Valutazione preliminare della Resistenza", 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 DPR 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.

#### **7.4.2 Calcestruzzo confezionato con processo industrializzato e prodotto mediante impianti, strutture e tecniche organizzative sia in cantiere che in stabilimento esterno al cantiere.**

In tal caso la produzione deve essere effettuata secondo le prescrizioni previste al punto 11.2.8 del D.M. 4/01/2008 e seguente DM 17.01.2018 s.m.i..

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 al 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, il calcestruzzo deve essere prodotto in regime di controllo di qualità e gli impianti devono essere dotati di un Sistema di Controllo permanente della Produzione (FPC) 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.

Il Sistema di Controllo della Produzione di calcestruzzo confezionato con processo industrializzato in impianti di un fornitore, predisposto in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001, deve fare riferimento alle specifiche indicazioni contenute nelle Linee Guida sul calcestruzzo preconfezionato elaborato dal Consiglio Superiore dei LL.PP.

Il Sistema di Controllo della Produzione dovrà essere certificato da un organismo terzo indipendente di adeguata competenza e organizzazione, che opera in coerenza con la UNI EN 45012.

Il Sistema di Controllo di Produzione 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.)

## **7.5 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, sarà condotto secondo quanto previsto al punto 11.2 del D.M. 14/01/2008 e successivo D.M. 17.01.2018:

- **controllo di tipo A;**
- **controllo di tipo B** (obbligatorio nelle costruzioni con più di 1500mc 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 0.3mc di conglomerato), conducendo tutte le operazioni in conformità con le prescrizioni indicate al punto 11.2.4 (PRELIEVO DEI CAMPIONI) del D.M. 14/01/2008 e s.m.i. e nella norma UNI-EN 206-1.

Il prelievo di calcestruzzo dovrà essere eseguito alla presenza della Direzione dei Lavori.

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 150mm o cilindrica con diametro  $d=150\text{mm}$  ed altezza  $h=300\text{mm}$ .

Il prelievo del calcestruzzo deve essere effettuato non prima di aver scaricato 0.3mc 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 16mm e lunghezza di circa 600mm;
- barra diritta metallica a sezione quadrata, con lato di circa 25mm e lunghezza di circa 380mm;
- vibratore interno con frequenza minima di 120Hz e diametro non superiore a  $\frac{1}{4}$  della più piccola dimensione del provino;
- tavola vibrante con frequenza minima pari a 40Hz;

Il riempimento della cassaforma deve avvenire per strati successivi di 75mm, 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 cassera.



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:

- 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...);
- Identificazione del cantiere e dell'Impresa appaltatrice;
- Data e ora di confezionamento dei provini;
- 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 16h (in ogni caso non oltre i 3 giorni). In questo caso sarà opportuno coprire i provini con sistemi isolanti o materiali umidi. 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  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  oppure in ambiente termostato posto alla temperatura di  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  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 11.2.5.3 del D.M. 14/01/2008 e successivo D.M. 17.01.2018.

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

### **7.6.1 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 EN 13791.

### **7.6.2 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.

### **7.6.3 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.

## **8 COSTRUZIONI IN ACCIAIO**

L'Appaltatore sarà tenuto all'osservanza del D.M. del 14/01/2008 e del DM 17/01/2018 e circolari esplicative. Per quanto applicabili e non in contrasto con le suddette Norme, si richiamano qui espressamente anche le seguenti Norme UNI:

- UNI 7070 relativa ai prodotti laminati a caldo di acciaio non legato di base e di qualità;
- UNI 10011 relativa alle costruzioni in acciaio, recante istruzioni per il calcolo, l'esecuzione e la manutenzione.

I materiali impiegati nella costruzione di strutture in acciaio dovranno essere «qualificati»; la marcatura dovrà risultare leggibile ed il produttore dovrà accompagnare la fornitura con l'attestato di controllo e la dichiarazione che il prodotto è qualificato.

Prima dell'approvvigionamento dei materiali da impiegare, l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori, in copia riproducibile, i disegni costruttivi di officina delle strutture, nei quali, in conformità a quanto riportato negli elaborati forniti dagli elaborati progettuali, dovranno essere completamente definiti tutti i dettagli di lavorazione, ed in particolare:

- i diametri e la disposizione dei chiodi e dei bulloni, nonché dei fori relativi;
- le coppie di serraggio dei bulloni ad alta resistenza;
- le classi di qualità delle saldature;
- il progetto e le tecnologie di esecuzione delle saldature e specificatamente le dimensioni dei cordoni, le caratteristiche dei procedimenti, le qualità degli elettrodi;
- gli schemi di montaggio e controfrecce di officina;
- la relazione di calcolo in cui devono essere indicate le modalità di montaggio dell'opera e specificato il funzionamento statico della struttura nelle diverse fasi di montaggio.

Sui disegni costruttivi di officina dovranno essere inoltre riportate le distinte dei materiali nelle quali sarà specificato numero, qualità, tipo di lavorazione, grado di finitura, dimensioni e peso teorico di ciascun elemento costituente la struttura.

L'Appaltatore dovrà, inoltre, far conoscere per iscritto, prima dell'approvvigionamento dei materiali da impiegare, la loro provenienza con riferimento alle distinte di cui sopra.

È facoltà della Direzione Lavori di sottoporre il progetto delle saldature e le loro tecnologie di esecuzione alla consulenza dell'Istituto Italiano della Saldatura o di altro Ente di sua fiducia.

La Direzione Lavori stabilirà il tipo e l'estensione dei controlli da eseguire sulle saldature, sia in corso d'opera che ad opera finita, in conformità a quanto stabilito dalla normativa vigente e tenendo conto delle eventuali raccomandazioni dell'Ente di consulenza.

Consulenza e controlli saranno eseguiti dagli Istituti indicati dalla Direzione Lavori; i relativi oneri saranno a carico dell'Appaltatore.

### **8.1 COLLAUDO TECNOLOGICO DEI MATERIALI**

Tutti i materiali destinati alla costruzione di strutture in acciaio dovranno essere collaudati a cura e spese dell'Appaltatore e sotto il controllo della Direzione Lavori, prima dell'inizio delle lavorazioni.

A tale scopo è fatto obbligo all'Appaltatore di concordare in tempo utile con la Direzione Lavori la data di esecuzione di ciascuna operazione di collaudo.

Le prove sui materiali si svolgeranno presso i Laboratori Ufficiali indicati dalla Direzione Lavori.

La Direzione Lavori potrà, a suo insindacabile giudizio, autorizzare l'effettuazione delle prove presso i laboratori degli stabilimenti di produzione, purché questi siano forniti dei mezzi e delle attrezzature necessarie, tarate e controllate da un Laboratorio Ufficiale, ai sensi dell'art. 20 della Legge n.1086/71 e successive modifiche ed integrazioni.

L'entità dei lotti da sottoporre a collaudo, il numero e le modalità di prelievo dei campioni, saranno di regola conformi alle norme UNI vigenti per i singoli materiali.

La Direzione Lavori ha comunque la facoltà di prelevare in qualunque momento della lavorazione campioni di materiali da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta per verificarne la rispondenza alle Norme di accettazione ed ai requisiti di progetto.

Tutti gli oneri relativi sono a carico dell'Appaltatore.

Si precisa che tutti gli acciai dei gradi B, C, D, da impiegare nelle costruzioni dovranno essere sottoposti, in sede di collaudo tecnologico, al controllo della resilienza.

Per ogni operazione di collaudo sarà redatto, a cura e spese dell'Appaltatore, apposito verbale, che sarà firmato dalla Direzione Lavori e dall'Appaltatore.

Di questo verbale verrà consegnato l'originale alla Direzione Lavori.

Un'altra copia verrà conservata dall'Appaltatore che avrà l'obbligo di esibirla a richiesta della Direzione Lavori, come specificato al successivo paragrafo.

L'Appaltatore è tenuto ad avvertire la Direzione Lavori dell'arrivo nella sua officina dei materiali collaudati che saranno impiegati nella costruzione delle strutture in acciaio.

L'Appaltatore dovrà essere in grado di individuare e documentare in ogni momento la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti verbali di collaudo tecnologico, dei quali dovrà esibire la copia a richiesta della Direzione Lavori.

In particolare, per ciascun manufatto composto con laminati, l'Appaltatore dovrà redigere una distinta contenente i seguenti dati:

- posizioni e marche d'officina costituenti il manufatto (con riferimento ai disegni costruttivi di cui al precedente titolo "Generalità");
- numeri di placca e di colata dei laminati costituenti ciascuna posizione e marca di officina;
- estremi di identificazione dei relativi documenti di collaudo.
- Per ciascuna opera singola o per il prototipo di ciascuna serie di opere è prescritto il premontaggio in officina.

Alla Direzione Lavori è riservata comunque la facoltà di eseguire in ogni momento della lavorazione tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli collaudati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che le stesse siano eseguite a perfetta regola d'arte.

In particolare l'Appaltatore dovrà attenersi alle seguenti disposizioni:

- il raddrizzamento e lo spianamento, quando necessari, devono essere fatti preferibilmente con dispositivi agenti per pressione. Possono essere usati i riscaldamenti locali (caldo), purché programmati in modo da evitare eccessive concentrazioni di tensioni residue e di deformazioni permanenti;
- è ammesso il taglio a ossigeno purché regolare. I tagli irregolari devono essere ripassati con la smerigliatrice;
- negli affacciamenti non destinati alla trasmissione di forze possono essere tollerati giochi da 2 a 5 mm di ampiezza, secondo il maggiore o minore spessore del laminato;

- i pezzi destinati ad essere chiodati o bullonati in opera devono essere montati in modo da poter riprodurre nel montaggio definitivo le posizioni stesse che avevano in officina all'atto dell'esecuzione dei fori;
- non sono ammesse al montaggio in opera eccentricità, relative a fori corrispondenti, maggiori del gioco foro-chiodo (o bullone) previste dalle Norme Tecniche. Entro tale limite è opportuna la regolarizzazione del foro con utensile adatto;
- l'uso delle spine d'acciaio è ammesso, in corso di montaggio, esclusivamente per richiamare i pezzi nella giusta posizione;
- i fori per chiodi e bulloni devono essere eseguiti col trapano con assoluto divieto dell'uso della fiamma e presentare superficie interna cilindrica liscia e priva di screpolature e cricche; per le giunzioni con bulloni (normali e ad alta resistenza), le eventuali sbavature sul perimetro del foro dovranno essere asportate mediante molatura locale;
- di regola si dovranno impiegare bulloni sia normali che ad alta resistenza dei seguenti diametri:  $D = 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 27 \text{ mm}$ ;
- i bulloni ad alta resistenza non dovranno avere il gambo filettato per la intera lunghezza; la lunghezza del tratto non filettato dovrà essere in generale maggiore di quella delle parti da serrare e si dovrà sempre far uso di rosette sotto la testa e sotto il dado; è tollerato che non più di mezza spira del filetto rimanga compresa nel foro;
- nelle unioni di strutture normali o ad attrito che potranno essere soggette a vibrazioni od inversioni di sforzo, dovranno essere sempre impiegati controdadi, anche nel caso di bulloni con viti 8.8 e 10.9.

## **8.2 MONTAGGIO**

L'Appaltatore sottoporrà al preventivo benestare della Direzione Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando la piena responsabilità dell'Appaltatore stesso per quanto riguarda l'esecuzione delle operazioni di montaggio, la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle.

Il sistema prescelto dovrà essere comunque atto a consentire la realizzazione della struttura in conformità alle disposizioni contenute nel progetto esecutivo.

Nell'impiego delle attrezzature di montaggio, 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, e tramvie, etc.;
- per le interferenze con servizi di soprassuolo e di sottosuolo.

Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito e il montaggio delle strutture, si dovrà porre la massima cura per evitare che vengano deformate o soprasollecitate.

Le parti a contatto con funi, catene ed altri organi di sollevamento dovranno essere opportunamente protette, tenuto conto tra l'altro che tutte le strutture, prima di essere trasferite a piè d'opera, devono essere trattate in officina con sabbiatura ed una mano di primer.

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

In particolare, per quanto riguarda le strutture a travata, si dovrà controllare che la contro-freccia ed il posizionamento sugli apparecchi di appoggio siano conformi alle indicazioni di progetto, rispettando le tolleranze previste.

La stabilità delle strutture dovrà essere assicurata durante tutte le fasi costruttive e la rimozione dei collegamenti provvisori e di altri dispositivi ausiliari dovrà essere fatta solo quando essi risulteranno staticamente superflui.

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

Se il diametro del foro alesato risulta superiore al diametro nominale del bullone oltre la tolleranza prevista dalla normativa vigente, si dovrà procedere alla sostituzione del bullone con uno di diametro superiore.

Le superfici di contatto al montaggio, nei collegamenti ad attrito con bulloni ad alta resistenza devono presentarsi pulite, prive di olio, vernice, scaglie di laminazione, macchie di grasso e sabbiate a metallo bianco non più di due ore prima dell'unione.

È ammesso il serraggio dei bulloni con chiave idraulica purché questo venga controllato con chiave dinamometrica, la cui taratura dovrà risultare da certificato rilasciato da Laboratorio Ufficiale in data non anteriore a tre mesi.



Per ogni unione con bulloni l'Appaltatore effettuerà, alla presenza della Direzione Lavori, un controllo di serraggio sul numero di bulloni indicato dalla Direzione Lavori e comunque non inferiore al 10% del totale ed in ogni caso su non meno di quattro; se anche un solo bullone non rispondesse alle prescrizioni di serraggio, il controllo dovrà essere esteso a tutti i bulloni.

Dopo il completamento della struttura e prima della esecuzione della prova di carico, l'Appaltatore dovrà effettuare la ripresa della coppia di serraggio di tutti i bulloni costituenti le unioni dandone preventiva comunicazione alla Direzione Lavori.

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

### **8.3 STRUTTURE PORTANTI**

Le strutture portanti (pilastri, travi, etc.), di qualsiasi sezione e dimensione anche composte a traliccio, comprendono anche la bulloneria, le piastre, i collegamenti strutturali e gli ancoraggi anche con impiego di malte neoplastiche antiritiro, le opere murarie.

Saranno finite mediante:

- sabbiatura di grado Sa 2 1/2 delle SVENSK STANDARD SIS e verniciatura a due mani con ciclo "A";
- sabbiatura di grado Sa 2 1/2 delle SVENSK STANDARD SIS e verniciatura a tre mani con ciclo "B";
- zincatura a caldo a lavorazione ultimata dei singoli componenti, sgrassatura e verniciatura ad una mano con ciclo "C";
- zincatura a caldo a lavorazione ultimata dei singoli componenti, sgrassatura e verniciatura a tre mani con ciclo "D".

Le strutture saranno realizzate nei colori, tipologie e dimensioni come indicate in progetto.

## **9 PONTI, VIADOTTI E SOTTOVIA**

### **9.1 TIPOLOGIA**

Sono comprese le diverse tipologie strutturali di realizzazione dei ponti, dei viadotti e dei sottovia, e l'insieme degli elementi costruttivi che li compongono.

Le opere d'arte sono così suddivise:

- a. ponti e viadotti in conglomerato cementizio;
- b. ponti e viadotti in acciaio;
- c. sottovia.

### **9.2 PRESCRIZIONI E ONERI GENERALI**

Sarà cura dell'Appaltatore procedere, in fase redazione del progetto costruttivo, allo studio del piano di sollevamento/varo delle strutture costituenti ponti e viadotti.

Il calcolo delle strutture dovrà tener conto anche delle sollecitazioni transitorie gravanti sui manufatti durante le diverse fasi di montaggio.

Lo studio di sollevamento/varo, ferma restando l'esclusiva e totale responsabilità dell'Appaltatore, dovrà essere preventivamente trasmesso alla Direzione Lavori.

Tutti i macchinari, le attrezzature e le procedure lavorative dovranno rispondere alle prescrizioni indicate dalla vigente normativa in materia di prevenzione infortuni ed igiene del lavoro (D.Lgs. n°81/08, ecc.)

In particolare per i cantieri ricadenti nell'ambito di applicazione del D.Lgs. n°81/08 e successive modifiche ed integrazioni, tutte le operazioni di realizzazione dell'infrastruttura dovranno essere eseguite in conformità a quanto indicato nel Piano di Sicurezza e Coordinamento e sotto la supervisione del Coordinatore per l'Esecuzione.

Le prove di carico prescritte dalle specifiche contrattuali, dai documenti di progetto ed eventualmente richieste dalla Direzione Lavori in base a motivate esigenze tecniche, così come quelle previste dalle leggi vigenti, saranno eseguite a cura e spese dell'Appaltatore.

Nella esecuzione dei lavori l'Appaltatore dovrà fornire la manodopera, le attrezzature, le opere provvisorie, i ponteggi in quantità e tipologia adeguate sia alla esecuzione dei lavori che alla effettuazione di controlli ed ispezioni.

Sarà cura dell'Appaltatore eseguire o far eseguire tutte le prove ed i controlli previsti, così come quelli aggiuntivi che la Direzione Lavori ritenesse necessari ad assicurare la rispondenza del lavoro eseguito alle specifiche ed agli standards qualitativi prefissati.

Per consentire la effettuazione delle prove in tempi congruenti con le esigenze di avanzamento dei lavori, l'Appaltatore dovrà provvedere alla installazione in cantiere di uno o più laboratori attrezzati per la esecuzione delle prove previste.

Il laboratorio di cantiere dovrà avvalersi di personale qualificato e numericamente adeguato al quantitativo di prove da eseguire.

Le prove da eseguire ai sensi del D.M. del 14/01/2008 e s.m.i. dovranno essere effettuate presso laboratori ufficiali autorizzati.

Nel caso di lavori da eseguire in presenza d'acqua sarà cura dell'Appaltatore provvedere con i mezzi più adeguati all'agghiottamento ed al contenimento della stessa o, in alternativa, sarà sua cura adottare gli accorgimenti necessari, previa informazione alla Direzione Lavori, per l'esecuzione dei lavori in presenza d'acqua.

I materiali costituenti le opere in acciaio dovranno avere caratteristiche non inferiori a quelle previste progettualmente e dovranno essere sottoposti ai controlli di qualità previsti dalle presenti Norme Tecniche.

Il materiale dovrà pervenire in cantiere corredato dalla certificazione di qualifica richiesta.

Le strutture, sia in calcestruzzo che in carpenteria metallica, prefabbricate in stabilimenti esterni, prima dell'inoltro in cantiere dovranno essere sottoposte alle prove di controllo qualità e, ove richiesto, alle prove di preassemblaggio.

### **9.3 PONTI E VIADOTTI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO**

#### **9.3.1 Confezionamento e getto dei conglomerati**

Le opere in conglomerato cementizio armato dovranno rispondere alle prescrizioni di cui al D.M. 17/01/2018 "Nuove norme tecniche per le costruzioni" ed alle prescrizioni di cui agli articoli relativi ai conglomerati cementizi del presente Capitolato.

### 9.3.2 Posa in opera manufatti prefabbricati

Le travi in c.a.p. saranno varate nella loro posizione definitiva mediante sollevamento longitudinale o trasversale a mezzo di carroponete, gru, ecc. o con combinazioni varie di questi sistemi e mezzi.

Il piano di sollevamento/varo, che, come prescritto nei precedenti punti, dovrà essere stato già definito ed approvato in sede di redazione del progetto costruttivo dell'impalcato, ferma restando l'esclusiva e totale responsabilità dell'Appaltatore, dovrà essere trasmesso al Coordinatore per l'Esecuzione ed alla Direzione Lavori con congruo anticipo sull'attività di montaggio.

Il piano dovrà essere corredato con l'elenco e le caratteristiche delle attrezzature e dei mezzi d'opera che l'Appaltatore prevede di utilizzare.

L'eventuale impiego di elementi strutturali metallici o in conglomerato cementizio, semplice od armato, normale o precompresso, con funzione di cassaforma a perdere per il getto delle solette, sbalzi e traversi, dovrà essere previsto in sede di progetto costruttivo; in assenza di quanto sopra sarà cura dell'Impresa fare eseguire al progettista, le opportune verifiche dandone evidenza al D. L..

## 9.4 SOTTOVIA

I sottovia da realizzare al di sotto del tracciato stradale in progetto dovranno essere realizzati in c.a. e come tali rispondere ai requisiti già esposti presente Capitolato.

## 9.5 IMPERMEABILIZZAZIONE

### 9.5.1 Mastice di asfalto sintetico

#### 9.5.1.1 Materiali

L'impermeabilizzazione degli impalcati delle opere d'arte verrà realizzata mediante applicazione per colata di cappa di mastice di asfalto sintetico di spessore finito non inferiore a 10mm.

Il mastice d'asfalto dovrà avere la seguente composizione:

- **Legante.** Dovrà essere costituito da una miscela di bitume 40/50 e Trinidad Epureè in rapporto di 5 a 2 in peso. In alternativa potranno essere usati, previa

approvazione della Direzione Lavori, altri bitumi naturali o gomme termoplastiche, del tipo approvato dalla Direzione Lavori.

I dosaggi di questi materiali saranno definiti da uno studio preliminare da presentare alla Direzione Lavori per la necessaria approvazione.

Il legante sarà dosato in ragione del 15-19% in peso sulla miscela degli aggregati (corrispondenti al 13% - 16% in peso sulla miscela finale), compreso il bitume contenuto nel filler asphaltico.

Il bitume 40/50 dovrà avere un indice di penetrazione (IP) compreso tra  $-0.10 \leq IP \leq +0.10$ ;

- **Filler.** Dovrà essere passante totalmente al setaccio 0.18 UNI (ASTM n.80) e per il 90% al setaccio UNI 0,075 (ASTM n.200 granulometria da effettuare per via umida) contenuto per il 30-35% in peso sulla miscela degli aggregati.
- Il suo potere stabilizzante dovrà essere tale che la miscela di bitume 40/50 e filler, nel rapporto in peso di 1 a 2, dovrà avere un punto di rammollimento P. e A. di almeno 15°C superiore a quello del bitume puro;
- **Sabbia.** Dovrà essere totalmente passante al setaccio 2.5 UNI, pulita ed esente da materiali estranei, naturale e/o di frantumazione, di granulometria ben graduata da 0.075 a 2.5mm (sarà tollerato al massimo un 5% in peso passante al setaccio 0.075 UNI) e contenuta per il 65-70% in peso sulla miscela degli aggregati;
- **Miscela finale.** La parte lapidea della miscela (sabbia + filler) dovrà avere una percentuale di vuoti (V) compresa tra il 18% ed il 23%.

Il legante totale dovrà saturare tutti gli spazi vuoti, garantendo inoltre una eccedenza compresa tra il 5% ed il 7% ( $V_b - V = 5 \div 7$  in cui  $V_b$  è la percentuale in volume del legante sulla miscela finale).

Il mastice completo, confezionato nel rispetto delle Norme sopra esposte, dovrà avere nelle prove di laboratorio un punto di rammollimento alla prova WILHELMI (Norma DIN 1966) compreso tra 100°C e 115°C.

Alla stessa prova il mastice prelevato al confezionamento o alla stesa dovrà presentare valori compresi tra 100°C e 130°C.

L'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori, prima dell'inizio dei lavori, per la necessaria approvazione, la composizione prevista per il mastice e la curva granulometrica delle sabbie nonché campioni del rapporto finito e dei materiali componenti compresi i primer di attacco, in modo che su di essi possano essere effettuate preventivamente tutte le prove previste nelle presenti Norme.

Nelle lavorazioni si dovranno riscontrare gli stessi materiali e le stesse composizioni di cui ai campioni di prova, con le sole variazioni prevedibili con l'uso di un adeguato processo di produzione su scala reale e comunque rientranti in tutti i limiti espressi in precedenza.

La miscela posta in opera dovrà essere costituita da uno strato continuo e uniforme su tutta la superficie, con spessore minimo di 10mm e max di 14mm, da verificare mediante prelievo di campioni. Dovrà avere una resistenza meccanica tale che, se sottoposta al transito temporaneo degli automezzi gommati di cantiere, non si verifichino schiacciamenti, fessurazioni o abrasioni sul manto.

#### **9.5.1.2 Modalità di applicazione**

Le superfici di conglomerato cementizio da impermeabilizzare dovranno essere stagionate e presentarsi sane e asciutte, esenti da oli, grassi e polvere, prive di residui di boiacca (o di malta cementizia): prima dell'applicazione del mastice si dovrà procedere pertanto ad una accurata pulizia dell'impalcato, mediante spazzolatura e successiva energica soffiatura con aria compressa.

Eventuali punti singolari dovranno essere stuccati e sigillati con idonee malte o stucchi epossidici.

Seguirà la stesa di un idoneo primer che potrà essere costituito, a insindacabile giudizio della Direzione Lavori da emulsione bituminosa al 50+55% o da soluzione di bitume polimerizzato, a medio punto di rammollimento, in opportuni solventi selettivi additivati di miscele di butadieni, in modo da consentire un aumento del potere adesivo rispetto ai normali bitumi ed un ritardo dell'evaporazione del solvente, ciò al fine di avere una buona facilità di stesa del primer stesso ed una sua elevata penetrazione nella soletta.

Le quantità da stendere saranno di 0.50-0.70kg/mq nel primo caso e di 0.35-0.50kg/mq nel secondo.

Sul primer verrà posto in opera, dopo evaporizzazione dell'acqua o del solvente, il mastice di asfalto sintetico, mediante colamento del materiale a temperatura di 200°C ( $\pm 10^\circ\text{C}$ ); la sua distribuzione ed il livellamento saranno eseguiti con frattazzi di legno.

Per stese di una certa estensione l'applicazione può essere eseguita a macchina con finitrici particolarmente studiate ed attrezzate, sottoposte a preventiva approvazione della Direzione Lavori.

La posa in opera del mastice non verrà effettuata quando a giudizio della Direzione Lavori le condizioni meteorologiche siano tali da non garantire la perfetta riuscita del lavoro e comunque quando la temperatura esterna sia inferiore a 8°C.

Il mastice asfaltico dovrà essere steso, se possibile, in uno strato regolare e di spessore costante.

Sulla parete interna dei cordoli dovrà essere applicata a caldo, previa mano di primer di ancoraggio, una guaina bituminosa preformata dello spessore di 4.00-5.00 mm, avente i requisiti di cui al successivo punto, armata con geotessile non tessuto in poliestere del peso non inferiore a 300g/mq.

La guaina dovrà essere risvoltata per almeno 25cm rispettivamente sulla cappa di mastice di asfalto e sul coronamento di cordolo.

In alternativa al sistema con le guaine potrà essere usato un cordone preformato in mastice bituminoso a sezione rettangolare, da far aderire con fiamma in corrispondenza al punto d'incontro soletta-coronamento e che si scioglia con il calore stesso dell'impermeabilizzazione.

I bocchettoni in corrispondenza dei fori di scarico per i pluviali dovranno essere fissati a livello della soletta in conglomerato cementizio con degli stucchi epossidici ed il mastice di asfalto dovrà giungere fino al bordo del foro, coprendo così i risvolti del bocchettone stesso.

Qualora le condizioni dell'impalcato da impermeabilizzare siano tali da determinare irregolarità o soffiature del manto (umidità eccessiva dei conglomerati cementizi di soletta), dovranno essere adottati tutti quei provvedimenti che la Direzione Lavori prescriverà di volta in volta in relazione allo stato dell'impalcato stesso.

In ogni caso si dovrà avere cura che la temperatura dello strato bituminoso, a contatto del manto impermeabile, all'atto della stesa, sia almeno di 140°C in modo da ottenere la sigillatura di eventuali fori presenti nello strato di mastice d'asfalto.

#### **9.5.1.3 Modalità di preparazione del mastice di asfalto sintetico**

La confezione del mastice di asfalto colato verrà eseguita con idonei impianti di mescolamento fissi o mobili, approvati dalla Direzione Lavori, di potenzialità adeguata all'entità del lavoro da eseguire.

Si prescrive che il dosaggio del legante, del filler e delle sabbie debba tassativamente essere fatto a peso. Per ottenere degli impasti perfettamente omogenei, potrà essere eseguita una delle seguenti procedure, a seconda del tipo di impianto a disposizione:

- **procedura 1:**

- premiscelazione degli aggregati, compreso il filler, a temperatura di 210-230°C;
- aggiunta del bitume nella corretta percentuale, anche esso preventivamente portato alla temperatura di 150-160°C;
- miscelazione dell'impasto per almeno 5min;
- scarico dell'impasto in una apposita caldaia (cooker) coibentata, munita di sistema di riscaldamento e di apposito agitatore;
- miscelazione dell'impasto nella caldaia, per un tempo non inferiore a 30 min, alla temperatura di 200-210°C onde ottenere l'intima miscela del bitume col filler.

- **procedura 2:**

- introduzione nella caldaia del filler e del bitume, dosati separatamente a peso, e miscelazione alla temperatura di 200°C per almeno 30min., fino ad ottenere l'intima miscelazione del bitume col filler;
- aggiunta delle sabbie preventivamente asciugate e riscaldate e mescolamento a temperatura di 200- 210°C, fino ad ottenere un impasto perfettamente omogeneo ed uniforme.

La procedura da adottare sarà scelta subordinatamente alla preventiva autorizzazione della Direzione Lavori, in ambedue i metodi di confezionamento occorre che le apparecchiature di riscaldamento siano tali da evitare il contatto diretto di fiamme o gas caldi con i bitumi ed il filler, per non dar luogo ad eccessivi indurimenti o bruciature dei medesimi.

Qualora la confezione non venga fatta in sito, il trasporto del mastice verrà effettuato con caldaie mobili (bonze), munite di agitatore meccanico e apposito impianto di riscaldamento.

#### **9.5.2 Guaine bituminose preformate armate**

L'impermeabilizzazione dovrà essere realizzata con guaine bituminose preformate, armate con geotessile non tessuto in poliestere, aventi le caratteristiche riportate nel seguito.



#### 9.5.2.1 Modalità di posa in opera

Le guaine saranno incollate, previa fusione con fiamma, al primer steso in precedenza, curando la perfetta adesione in ogni punto e la tenuta dei giunti (sormonti) di costruzione.

Ad insindacabile giudizio della D.L., verrà adottato uno dei metodi di posa in opera di seguito descritti:

- **metodo di posa n. 1** - Da adottare indicativamente nel caso di solette lisce, regolari, ben asciutte e stagionate, con temperatura media diurna dell'aria non minore di 10°C.

La guaina del tipo preformato dello spessore non inferiore a 5 mm e larghezza minima di 1.00m, armata con geotessile non tessuto in poliestere del peso di 300g/mq, verrà posta in opera direttamente sul primer di attacco alla soletta;

- **metodo di posa n. 2** - Da adottare indicativamente nel caso di solette con superfici scatolari o irregolari e/o umide o ancora non perfettamente stagionate, con temperatura media diurna dell'aria minore di 10°C.

La guaina del tipo preformato dello spessore non inferiore a 4mm e di larghezza minima di 1.00m, armata con geotessile non tessuto in poliestere, del peso di 300g/mq verrà posta in opera previa spalmatura, sul primer di attacco alla soletta, di 1.00kg/mq di materiale bituminoso avente le stesse caratteristiche di quello formante la guaina.

In ambedue i casi descritti lo spessore del manto finito sarà dell'ordine dei 5mm e la sua adesione al primer non dovrà essere inferiore a quella di quest'ultimo alla soletta.

Il manto dovrà essere transitabile, senza distacchi e perforazioni, dal normale traffico di cantiere (escluso quello cingolato) e dovrà risultare impermeabile, dopo la stesa su di esso dei conglomerati bituminosi, sotto una pressione di 1.00MPa in permeametro, a 60°C per 5 ore, anche nelle zone di giunto.

#### 9.5.2.2 Caratteristiche dei materiali e prove di accettazione

L'Appaltatore dovrà sottoporre preliminarmente alla Direzione Lavori i campioni delle guaine che intende adottare e dei materiali componenti per essere sottoposti, a cura e spese della stessa, alle prove di idoneità che saranno richieste dalla Direzione Lavori.

Qualora dalle prove di cui sopra non risultassero le caratteristiche indicate nel seguito, i materiali saranno rifiutati e l'impresa dovrà allontanarli a sua cura e spese.

#### **9.5.2.2.1 Primer di adesione al supporto**

Il primer di adesione alle superfici in conglomerato cementizio sarà costituito da soluzioni in opportuni solventi selettivi di bitume polimerizzato, a medio punto di rammollimento (P. e A. 85-95°C); sarà additivato con miscele di butadieni, in modo da consentire un aumento del potere adesivo rispetto ai normali bitumi ed un ritardo della evaporazione del solvente, ciò al fine di avere una buona facilità di stesa del primer stesso ed una sua elevata penetrazione nella soletta.

Il primer dovrà essere steso soltanto mediante spazzoloni, su superfici asciutte, prive di residui di lavorazione, oli grassi e polveri, o rese tali. La percentuale di bitume e butadiene presenti nel primer all'atto della stesa sarà compresa tra il 25 ed il 50% in relazione alle condizioni della soletta. La quantità del primer messo in opera sarà compresa tra 350-500g/mq.

L'adesione del primer alla soletta non dovrà risultare inferiore a 0.20MPa misurati in senso perpendicolare a quest'ultima (prova di trazione) a velocità di deformazione costante di 1.27mm/min e temperatura di 20°C ( $\pm 5^\circ\text{C}$ ).

La viscosità del primer, misurata in "tazza" FORD 4 a 298K, dovrà essere compresa tra 20 e 25s (primer con 50% di residuo secco). La messa in opera delle guaine dovrà essere effettuata solo dopo completa evaporazione del solvente.

#### **9.5.2.2.2 Massa bituminosa della guaina**

Sarà costituita indicativamente da bitume leggermente polimerizzato, in quantità non superiore al 70% in peso della massa costituente il legante, mescolato con copolimeri di butilene e propilene con opportuni agenti stabilizzanti della dispersione degli elastomeri nel bitume.

Potranno in alternativa essere usati altri tipi di elastomeri e plastomeri purché compatibili con il bitume e con le temperature di fabbricazione e messa in opera.

Dovrà essere escluso l'uso di ogni tipo di carica minerale.

La massa bituminosa costituente la guaina dovrà rispondere alle caratteristiche riportate di seguito:

- punto di rammollimento P.e A.  $\square 150^\circ\text{C}$
- punto di rottura Frass  $-15^\circ\text{C}$
- penetrabilità DOW a 25°C (con peso 100g a 26°C) 20 - 30dmm.

La non rispondenza a quanto sopra comporterà il rifiuto delle guaine.

#### 9.5.2.2.3 Armatura delle guaine

Sarà costituita da geotessile non tessuto ottenuto da fibre di poliestere a filo continuo coesionato mediante agugliatura ed avente le caratteristiche riportate nel presente Capitolato.

Saranno ammesse anche guaine con armatura mista in geotessile non tessuto in poliestere e rete o velo in fibra di vetro (o altro materiale non putrescibile).

Dalle prove di qualificazione, da effettuarsi secondo il disposto del richiamato punto, dovranno risultare i seguenti valori:

- peso (UNI 5114) > 300g/mq
- resistenza a trazione su striscia di 5cm (UNI EN ISO 13934-1)  $\geq$  18kN/m
- allungamento (UNI EN ISO 13934-1) > 60%
- lacerazione (UNI EN 29073-4)  $\geq$  0,5kN
- punzonamento (UNI 8279/14)  $\geq$  0.30MPa
- inalterabilità all'azione anche prolungato di sali, alcali, acidi, idrocarburi e microorganismi;
- perfetta adesione ed impregnabilità con la massa bituminosa.

#### 9.5.2.2.4 Guaina preformata

Le guaine impermeabili preformate dovranno avere l'armatura in posizione asimmetrica rispetto alla massa bituminosa (posta a 0.50mm dalla superficie superiore a contatto con il conglomerato bituminoso della pavimentazione).

Le guaine dovranno essere sottoposte preliminarmente a prove dalle quali dovrà risultare la rispondenza ai requisiti sottoelencati:

Massa areica (UNI EN 1849)	guaina di spessore non minore di 5 mm	$\geq$ 5.50 kg
	guaina di spessore non minore di 4 mm	$\geq$ 4.50 kg
Resistenza a trazione (UNI EN 12311)	longitudinale	$\geq$ 18 kN/ml
	trasversale	$\geq$ 16 kN/ml
Resistenza alla lacerazione (UNI EN 12310)	longitudinale	$\geq$ 0.16 kN
	trasversale	$\geq$ 0.17 kN
Punzonamento statico (UNI EN12730) classe di resistenza/carico sopportato su sfera Ø 10 mm	su supporto rigido	Ps4 > 25 kg
	su supporto non rigido	Ps4/ > 25 kg
Flessibilità a freddo su mandrino (UNI EN 1109)		- 10 °C

Scorrimento a 70 °C (UNI 8202/16)	< 1 mm
Impermeabilità all'acqua (UNI EN 1928)	> 100 kPa

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

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

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

Le prove elencate necessarie alla qualificazione delle guaine potranno essere ripetute ad ogni richiesta della Direzione Lavori sui materiali effettivamente messi in opera.

Il prelievo dei tasselli per l'esecuzione delle prove verrà effettuato su zone scelte a caso sul campione inviato o ricostituito in laboratorio, o sui materiali in cantiere

## **9.6 GIUNTI DI DILATAZIONE**

A seconda della luce degli elementi strutturali soggetti a dilatazione, verranno impiegati particolari dispositivi intesi ad assicurare la protezione dei giunti all'uopo predisposti e tali da garantire la perfetta impermeabilità della struttura ed impedire il passaggio delle acque al di sotto della soletta.

L'Appaltatore sarà tenuto a fornire, insieme col progetto esecutivo dell'opera d'arte all'esame della Direzione Lavori, i dati tecnici occorrenti per determinare le caratteristiche del giunto.

Tali dati dovranno risultare tenendo conto del calcolo delle deformazioni previste per la struttura, delle deformazioni viscosi, del ritiro dei calcestruzzi, delle variazioni termiche, dei carichi accidentali, ecc.

I giunti dovranno rispondere a quanto prescritto dal D.M. Min LL.PP. del 04/05/1990 "Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo dei ponti stradali" e dalle sue istruzioni emanate con Circolare Min. LL.PP. n. 34233.

Sulla base di tali dati la Stazione Appaltante si riserva di provvedere direttamente alla fornitura e posa in opera dei giunti di dilatazione per impalcati di opere d'arte; in tal caso l'opzione verrà espressamente indicata negli elaborati di progetto; in tal caso restano comunque a carico dell'Appaltatore gli oneri relativi all'assistenza alla posa in opera, tra i quali in particolare vengono espressamente indicate le seguenti operazioni:

- magazzinaggio e guardiania degli apparecchi fino al loro fissaggio definitivo;
- trasporto in cantiere fino alla posizione di montaggio;
- tutte le predisposizioni necessarie per consentire il collegamento fra gli apparecchi di giunto e le strutture, quali in particolare:
  - l'adattamento dei casseri;
  - le cavità da predisporre nelle strutture per l'ancoraggio di zanche e tirafondi, anche con la predisposizione di armature in attesa;
  - la posa in opera di profilati metallici ed altri manufatti annegati nel calcestruzzo, con le relative zanche di ancoraggio.

Nel caso in cui la Direzione Lavori ritenga, a suo insindacabile giudizio, di consentire il traffico di cantiere o di esercizio sugli impalcati prima del completamento dei giunti, l'Appaltatore dovrà provvedere alla sistemazione provvisoria degli stessi, con getti di malta bastarda, con piastre di protezione e quant'altro ordinato dalla Direzione Lavori.

Tutte le suddette predisposizioni dovranno essere verificate dalla Direzione Lavori, che avrà facoltà di prescrivere la rettifica e l'adattamento.

L'Appaltatore dovrà tener conto, nei propri programmi di lavori, dei tempi necessari per le operazioni di fornitura e montaggio degli apparecchi di giunto oltre che per tutte le predisposizioni sopraindicate.

Tutti gli oneri relativi alle operazioni sopra dette sono compresi e compensati nei corrispondenti prezzi di Elenco.

## **9.7 SPECIFICHE DI CONTROLLO**

La seguente specifica si applica ai vari tipi di ponti viadotti e sottovia ricadenti all'interno dell'infrastruttura stradale e precedentemente esaminati.

La documentazione di riferimento comprende tutta quella contrattuale e, più specificatamente, quella di progetto quali disegni, specifiche tecniche, ecc.; sono altresì comprese tutte le norme tecniche vigenti in materia.

L'Appaltatore è obbligato comunque ad organizzare per proprio conto, con personale qualificato ed attrezzature adeguate, approvate dalla Direzione Lavori, un laboratorio di cantiere in cui si procederà ad effettuare tutti gli ulteriori accertamenti di routine ritenuti necessari dalla Direzione Lavori stessa, per la caratterizzazione e l'impiego dei materiali.

Le opere in oggetto sono costituite da:

- manufatti realizzati in conglomerato cementizio, posti in opera in particolari condizioni e con accorgimenti peculiari;
- opere finite accessorie (pali, pozzi di fondazione; etc.);
- manufatti realizzati in strutture metalliche particolare e/o specifici di questo tipo di realizzazioni.

Per i controlli di alcune classi di lavoro, si farà riferimento ai corrispondenti articoli del presente Capitolato; per le lavorazioni, i materiali, le parti d'impianto, la posa in opera, non compresi nelle specifiche di cui sopra si farà riferimento, ad integrazione delle citate specifiche, alle prescrizioni contenute nei successivi paragrafi.

#### **9.7.1 Spalle, pile, impalcati**

Per quanto riguarda i controlli per la loro realizzazione, in opera e fuori opera si dovrà fare riferimento alle specifiche già esposte.

#### **9.7.2 Impalcati e opere accessorie e complementari in acciaio**

Questa tipologia di opere comprende sia le strutture portanti che i bulloni e i chiodi necessari per l'accoppiamento delle varie parti.

##### **9.7.2.1 Caratteristiche dei materiali**

Per le opere in oggetto si utilizzeranno materiali indicati nelle specifiche di progetto ed i cui requisiti soddisfino quanto riportato nel presente Capitolato.

I materiali dovranno soddisfare i requisiti richiesti nella Normativa Tecnica nonché quanto indicato nei corrispondenti punti del presente articolo.

L'Appaltatore deve quindi provvedere all'approvvigionamento dei suddetti materiali presso fornitori qualificati ed in grado di fornire gli stessi in accordo alle norme e specifiche sopra citate.

I materiali forniti debbono essere corredati dalla apposita certificazione richiesta nelle norme citate, o da certificati di prove di laboratorio sui lotti di materiale fornito, in alternativa ai precedenti, come di seguito dettagliato.

#### **9.7.2.2 Controlli sui materiali**

Il controllo della rispondenza dei materiali alle prescrizioni del contratto è demandato al fornitore.

All'atto della ricezione dei materiali in cantiere, si dovrà verificare che siano corredati di tutta la certificazione richiesta dal presente Capitolato e dalla normativa vigente.

I materiali debbono infatti pervenire dal fornitore accompagnati dalla loro certificazione di qualità in accordo alle prescrizioni progettuali ed alle norme UNI qui di seguito citate:

- profilati, piatti, larghi piatti e lamiere: per questi materiali, destinati alla costruzione di pezzi saldati, ogni lotto di fornitura deve essere corredato da certificazione della composizione chimica e delle prove meccaniche richieste nel Capitolato e nelle norme:
  - UNI EN 10025- per le caratteristiche meccaniche e di disossidazione;
  - UNI 7937 per il coefficiente di strizione;
  - UNI EN 10160 per il controllo ultrasonoro.
- materiali vari per elementi non saldati: lamiere strigliate, grigliati. La certificazione accompagnatoria di ogni lotto deve essere conforme alle Norme UNI EN 10025.
- bulloneria: ogni lotto deve essere accompagnato da certificazione in accordo alle norme:
  - UNI 3740 e UNI EN 10083, per le prove di controllo dimensionale, durezza (HRC), carico di rottura, snervamento;
  - UNI 3740 per la resilienza, che, calcolata in accordo alla suddetta norma dovrà essere superiore a 30 J a 20 °C.

Le prove non distruttive saranno eseguite su un campione pari al 5% del lotto sottoposto a collaudo. Le prove distruttive saranno effettuate su un campione pari al 1 % del lotto.

La frequenza delle prove per i materiali in acciaio sarà la seguente:

- prodotti qualificati secondo il D.M. 14/01/2008 e e successivo D.M. 17.01.2018- 3 serie di prove ogni 60t, provenienti da una stessa colata;

- prodotti non qualificati: prove ultrasoniche lungo la superficie dei pezzi oltre alle prove meccaniche e chimiche in accordo alle norme, da eseguire in ragione di 3 serie per ogni 20 t, provenienti dalla stessa colata.

Per tutti gli altri materiali il numero di prove da seguire è quello fissato dalle norme citate.

La certificazione dei controlli sui materiali farà parte della documentazione da consegnare alla Direzione Lavori.

### **9.7.2.3 Controlli in costruzione per impalcati**

#### **9.7.2.3.1 Controlli preliminari all'inizio delle lavorazioni**

L'Appaltatore deve, sulla base del progetto e delle prescrizioni tecniche sulla lavorazione ed il montaggio:

- redigere un piano di lavorazione sulla base del progetto esecutivo e del Capitolato di Costruzione;
- definire, per le travate a maglie triangolari, le modalità di assemblaggio del cassone;
- definire, per le stesse travate, le modalità di protezione del fondo del cassone.

Il tutto verrà inviato alla Direzione Lavori per approvazione, allegando la suddetta documentazione. Dopo le suddette positive verifiche la Direzione Lavori darà il suo benestare all'inizio delle lavorazioni.

#### **9.7.2.3.2 Controlli in fase di costruzione**

I controlli in fase di costruzione sono dei tipi seguenti:

- **Controlli dimensionali e di posizionamento.** Questo tipo di controllo deve essere eseguito prima di ogni fase di lavoro che preveda lavorazioni o messa in opera di profilati, lamiere e ogni altro tipo di componente come specificato nei disegni di progetto.
- **Controlli sulle saldature.** Le saldature dovranno essere effettuate con le modalità prescritte dal Capitolato Speciale d'appalto. La loro esecuzione deve essere comunque progettata, programmata ed effettuata in accordo alla seguente normativa:
  - norme generali del D.M. 26/02/1936;
  - norme generali della Legge 1086/1971;
  - norme tecniche del D.M. 14/01/2008 e D.M. 17/01/2018.



In generale dovrà essere previsto un controllo radiografico al minimo sul 20% delle saldature e ad ultrasuoni sulla parte restante; le saldature di testa dovranno essere radiografate al 100 %.

- **Controllo sul serraggio dei bulloni.** Il serraggio dei bulloni dovrà essere effettuato con le modalità operative prescritte dal CSA. Il controllo dei nodi imbullonati avverrà con le seguenti modalità:
  - si marcherà dado e vite del bullone serrato per identificare la loro posizione rispetto al coprigiunto;
  - si allenterà il dado con una rotazione di almeno 60°;
  - si rinserirà il dado verificando che l'applicazione della coppia prescritta lo riporti nella posizione originaria.

Si verificherà con la procedura sopra descritta che la coppia di serraggio di almeno il 10% dei bulloni del giunto sia corretta (con un minimo di quattro bulloni per unione bullonata), scegliendo i bulloni da verificare in modo da interessare in maniera regolare tutta l'estensione del giunto stesso. Nel caso in cui anche un solo bullone del giunto fosse mal serrato, si dovrà procedere a ricontrollare tutti i bulloni. Prima delle prove di carico si dovrà procedere, dopo preventiva comunicazione alla Direzione Lavori, alla ripresa delle coppie di serraggio per tutti i bulloni della struttura.

- **Controlli sulle chiodature.** Si effettueranno i controlli prescritti dalla normativa vigente, con la stessa frequenza e modalità indicate per il serraggio dei bulloni.
- **Controllo delle frecce d'inflessione e corretta posa in opera dei manufatti.** Alcuni tipi di travatura potranno essere costruite con controfrecce di montaggio. Le frecce in oggetto dovranno essere controllate per ogni trave posta in opera e registrate su apposito registro.
- **Controllo sui rivestimenti e verniciature.** Dovranno essere verificate visivamente lo stato generale delle verniciature e prese di conseguenza le opportune azioni per il ripristino delle stesse.

#### **9.7.2.3.3 Controlli in fase di assemblaggio e posa in opera**

- **Impalcato in c.a.p.** L'Appaltatore deve predisporre il piano di sollevamento/varo dell'impalcato, con l'elencazione delle caratteristiche e tipologia delle attrezzature da impiegare. Il piano operativo dovrà essere presentato alla Direzione Lavori per approvazione. Dopo l'approvazione e prima della fase di montaggio dell'impalcato, l'Appaltatore dovrà dare comunicazione alla Direzione Lavori della data di inizio dei lavori.

- **Pile per viadotti.** Per quanto riguarda i controlli per la loro realizzazione, in opera e fuori opera si dovrà fare riferimento ai conglomerati cementizi del presente Capitolato.

#### 9.7.2.3.4 Controlli sugli apparecchi di appoggio

Premesso che gli apparecchi di appoggio ed i coprigiunti dovranno essere del tipo omologato ed approvato dalla Stazione Appaltante, la presente procedura di controllo fa riferimento alla documentazione di tipo contrattuale nonché a tutta la documentazione di progetto quali disegni, specifiche tecniche, etc.

- **Controlli sulle forniture e sui materiali.** Si dovrà controllare, in sede di posa in opera, che ogni apparecchio fornito sia dotato della documentazione di verifica e controllo del produttore.
- **Controlli sulla posa in opera degli apparecchi d'appoggio.** La posa in opera avverrà secondo le indicazioni riportate nel presente Capitolato. Le verifiche di posa in opera dovranno essere effettuate per ogni lotto di appoggi relativi ad una singola opera d'arte.

I controlli riguarderanno, oltre a quanto riportato nel predetto punto:

- verifica dell'esistenza del disegno di posa in opera;
- verifica del posizionamento dell'apparecchio, in conformità al disegno di posa;
- planarità delle superfici di appoggio, in modo che i piani di scorrimento degli appoggi siano orizzontali;
- parallelismo dei piani di scorrimento, nel caso in cui sullo stesso asse di appoggio vi siano più apparecchi mobili;
- verifica della pre-regolazione della corsa.

#### 9.7.2.3.5 Controlli sull'impermeabilizzazione

Prima di procedere alle operazioni di posa in opera delle impermeabilizzazioni, l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori la documentazione relativa alle certificazioni delle prove di prequalifica, in accordo a quanto indicato nel Capitolato ed a quanto riportato nel successivo punto.

La documentazione dovrà essere trasmessa alla Direzione Lavori prima della messa in opera dell'impermeabilizzazione.

- **Prove di accettazione.** Tali prove saranno effettuate in sede di prequalifica, e durante la posa in opera per ogni 4000mq di manto realizzato con il minimo di almeno 1 prova per ogni opera.

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

- **Controlli di posa in opera.** Durante le fasi di posa in opera, si dovranno effettuare i controlli di seguito riportati.

**manti di mastice di asfalto sintetico:**

- verifica delle condizioni ambientali;
- verifica della pulizia delle superfici di applicazione;
- verifica della omogeneità di distribuzione del mastice;
- verifica delle certificazioni;
- verifica degli spessori della membrana;
- verifica della miscela alla composizione prevista.

**manti in guaine bituminose preformate armate:**

- verifica delle condizioni ambientali;
- verifica della pulizia e regolarizzazione delle superfici di applicazione;
- verifica della omogeneità di distribuzione del primer;
- verifica delle certificazioni di cui al corrispondente punto per i materiali impiegati;
- verifica degli spessori della membrana.

## **9.8 SARCITURA DELLE MURATURE MEDIANTE SOSTITUZIONE PARZIALE DEL MATERIALE - TECNICA DEL CUCI E SCUCI**

L'obiettivo di questa lavorazione dovrà essere quello di ripristinare l'originaria continuità strutturale degli elementi murari degradati mediante una graduale sostituzione che non dovrà interrompere, nel corso dei lavori, la funzionalità statica della muratura. L'Appaltatore, quindi, provvederà, delimitata la parte di muratura da sostituire, ad individuare le zone dei successivi interventi che dovranno essere alternati in modo da potere sempre disporre di un quantitativo sufficiente di muratura resistente.

Aprirà una breccia nella prima zona d'intervento ricostruendo la porzione demolita con muratura di mattoni pieni e malta magra di cemento, ammorsando da una parte la nuova struttura con la vecchia muratura resistente e dall'altra parte lasciando le ammorsature libere di ricevere la successiva muratura di sostituzione Dovrà, in seguito, inserire a forza fra la nuova muratura e la sovrastante vecchia muratura dei cunei di

legno da sostituire, solo a ritiro avvenuto, con mattoni e malta fluida fino a rifiuto. Queste operazioni andranno ripetute per tutte le zone d'intervento.

## **9.9 APPARECCHI DI APPOGGIO**

Gli apparecchi d'appoggio possono essere del tipo fisso o mobile, per la realizzazione, rispettivamente, dei vincoli di "cerniera" e di "carrello – cerniera" e dovranno rispondere alle prescrizioni di cui al D.M. 17/01/2018 ed alle "Istruzioni per il calcolo e l'impiego degli apparecchi di appoggio da fornire nelle costruzioni", C.N.R. – U.N.I. 10008. L'Appaltatore sarà tenuto a presentare in tempo utile all'approvazione della Direzione dei Lavori il progetto costruttivo degli apparecchi di appoggio corrispondente alle specifiche progettuali.

Il progetto costruttivo dovrà contenere:

- il calcolo delle escursioni e delle rotazioni previste per gli apparecchi nelle singole fasi di funzionamento. Dovranno essere esposti separatamente i contributi dovuti ai carichi permanenti ed accidentali, alle variazioni termiche, delle deformazioni viscosi ed al ritiro del calcestruzzo;
- l'indicazione delle caratteristiche di mobilità richieste per gli apparecchi, in funzione dei dati di cui al punto a) e di un congruo franco di sicurezza, che dovrà essere espressamente indicato;
- l'indicazione della tolleranza ammessa per l'orizzontalità ed il parallelismo dei piani di posa degli apparecchi;
- l'indicazione della preregolazione da effettuare sugli apparecchi al momento del montaggio, in funzione della temperatura ambiente e della stagionatura del calcestruzzo alla posa;
- la verifica statica dei singoli elementi componenti l'apparecchio e la determinazione della pressione di contatto;
- l'indicazione dei materiali componenti l'apparecchio, con riferimento alle norme UNI;
- l'indicazione delle modalità di collegamento dell'apparecchio al pulvino ed alla struttura d'impalcato e degli eventuali accorgimenti da adottare per il montaggio provvisorio.

In ogni caso l'Appaltatore dovrà presentare un apposito certificato, rilasciato da un Laboratorio Ufficiale, comprovante le caratteristiche di resistenza dei materiali impiegati.

Prima della posa in opera degli apparecchi d'appoggio l'Appaltatore dovrà provvedere per ogni singolo apparecchio al tracciamento degli assi di riferimento ed alla livellazione dei piani di appoggio, i quali dovranno essere rettificati con malta di cemento additivata con resina epossidica.

Si dovrà procedere, successivamente, al posizionamento dell'apparecchio ed al suo collegamento alle strutture secondo le prescrizioni di progetto.

In questa fase ciascun apparecchio dovrà essere preregolato secondo le prescrizioni di progetto. Inoltre dovranno risultare agevoli la periodica ispezione, la manutenzione e l'eventuale sostituzione.

#### **9.9.1 Materiali**

In linea di massima le caratteristiche dei materiali dovranno essere le seguenti:

- acciaio laminato delle classi Fe 37, Fe 43 o Fe52 – grado D delle norme UNI EN 10025;
- acciaio fuso a getti della classe FeG520 delle norme UNI 3158–1977;
- acciaio inossidabile. Lamiere per superfici di scorrimento in acciaio della classe X5 Cr Ni Mo 17/12 delle norme UNI 6903–19EN 10088–2.

Il materiale, sottoposto a prove di corrosione secondo le norme UNI 4261–1966 non dovrà dare luogo ad ossidazioni a 60 °C  $\square$  2, senza agitazione, per 4 giorni consecutivi.

La faccia a contatto con il PTFE dovrà essere lucidata fino a rugosità Ra 0,1  $\square$  (UNI 3963).

- Elastomero alternato ad acciaio – Sarà conforme alle norme C.N.R.–UNI 10018–72–85.
- Elastomero per cuscinetti incapsulati – Sarà realizzato con mescole a base di neoprene aventi le seguenti caratteristiche:
  - resistenza a trazione  $\square$  10 N/mm<sup>2</sup> (UNI 6065);
  - allungamento a rottura,  $\square$  300% (UNI 6065);
  - deformazione permanente a compressione (UNI 4913)  $\square$  20%;
  - durezza Shore (come da UNI EN ISO 868:1999).

- politetrafluoroetilene (PTFE) – Da utilizzare per le superfici di scorrimento.  
Sarà tassativamente di tipo vergine, di primo impiego, senza aggiunte di materiale rigenerato o di additivi, prodotto per libero deposito e non addensato.  
Le caratteristiche del PTFE, determinato secondo le norme UNIPLAST 5819–1966, saranno le seguenti:
  - densità  $2.13 \leq 2.23$  g/cm<sup>3</sup>;
  - resistenza a trazione (23 °C)  $\geq 24$  N/mm<sup>2</sup>;
  - allungamento a rottura (23 °C)  $\geq 300\%$ ;
  - durezza Shore (come da UNI EN ISO 868:1999).
- grasso di silicone per la lubrificazione delle superfici – Le superfici di scivolamento (PTFE ed acciaio inox) dovranno essere lubrificate nelle zone di scorrimento ma non in quelle di rotazione.  
Si dovranno prevedere apposite cavità per l'accumulo del lubrificante che sarà costituito da grasso al silicone che conservi la sua efficacia fino a –35 °C.  
Detto grasso non dovrà resinificare né aggredire i materiali costituenti le superfici di scorrimento. Esso dovrà essere in particolare conforme alle seguenti norme:
  - penetrazione su campione rimaneggiato  $240 \leq 295$  dmm (DIN 51804);
  - punto di congelamento  $\leq -50$  °C (DIN 51556);
  - essudazione (Bleeding) 24 ore a 150 °C  $\leq 3\%$  (US–Fed.T.M. Std 791.321.2).
- altri materiali – L'impiego di materiali diversi da quelli indicati, tra i quali alluminio e acciaio cromato, (su supporto Fe52 grado D) è subordinato alle seguenti condizioni:
  - documentazione da parte dell'Appaltatore delle caratteristiche di materiali e delle referenze sulle loro precedenti applicazioni in campi analoghi;
  - proposte da parte dell'Appaltatore di specifiche tecniche e norme di accettazione da sottoporre all'approvazione del committente;
  - in ogni caso le caratteristiche di resistenza alla corrosione e quelle di attrito delle superfici a contatto, dovranno essere analoghe a quelle ottenibili con i materiali precedentemente descritti.

#### **9.9.2 Prove sui materiali**

Tutti i materiali da impiegare nella costruzione degli apparecchi di appoggio saranno sottoposti, prima dell'inizio della lavorazione, a collaudo tecnologico a cura e spese dell'Appaltatore.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di intervenire alle operazioni di collaudo, e quella di svolgere ispezioni nell'officina, per verificare la rispondenza dei materiali impiegati ai documenti di collaudo e la regolarità delle lavorazioni.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di prelevare, durante la lavorazione, campioni di materiali da sottoporre alle prove di accettazione.

Tali prove si svolgeranno presso i Laboratori ufficiali designati dalla Direzione Lavori.

### **9.9.3 Fabbricazione**

#### ***Acciaio inossidabile***

La lamiera di acciaio inossidabile, costituente la superficie a contatto con il PTFE, sarà collegata alla piastra di scorrimento in acciaio mediante saldatura (cordone continuo) o avvitamento (viti o rivetti inossidabili), in maniera tale che sia resistente al taglio.

Nel caso si impieghino delle viti o i rivetti, la lastra di scorrimento di acciaio dovrà essere protetta sufficientemente contro la corrosione, con le misure indicate al successivo punto 5, anche nella zona coperta dalla lamiera inossidabile.

Nel caso di superfici di scorrimento orizzontale, lo spessore della lamiera di acciaio inossidabile dipenderà dalla differenza, nella direzione del movimento prevalente, fra le dimensioni della lastra di acciaio e della superficie di PTFE, per evitare fenomeni di increspatura dell'acciaio dovuti a eccessiva lunghezza libera della lastra.

Tale spessore sarà conforme alle seguenti condizioni:

<b>DIMENSIONI (mm)</b>	<b>LASTRA DI ACCIAIO Spessore minimo (mm)</b>
Fino a 600 mm	2.50 mm
Oltre i 600 mm	3.00 mm

Nel caso di superfici di scorrimento curve, lo spessore della lamiera di acciaio inossidabile sarà di 2.50mm nel caso di collegamento o con viti o rivetti e di 1.50mm nel caso di collegamento con saldatura.

## **PTFE**

Le guarnizioni di PTFE per le superfici di scorrimento orizzontali saranno incassate nelle apposite sedi e fissate con idoneo adesivo.

Esse saranno composte o di una superficie unica o di pattini (strisce) della larghezza minima di 5cm, con interasse non superiore a due volte lo spessore della piastra rivestita in acciaio inossidabile a contatto con i pattini.

Nei rivestimenti delle guide degli organi di ritegno le dimensioni delle strisce potranno scendere fino a 15mm.

Lo spessore totale del PTFE, della parte incassata e di quella fuoriuscente dalla sede, sarà variabile con le dimensioni in pianta della lastra.

I valori di questi spessori si ricaveranno secondo quanto riportato nel prospetto seguente:

<b>DIMENSIONI MAX SUPERFICIE PTFE (diametro o diagonale della lastra)</b>	<b>SPESSORE MINIMO TOTALE (mm)</b>	<b>SPESSORE PARTE FUORIUSCENTE (mm)</b>
fino a 600 mm	4.50	2.00 ± 0.20
da 600 a 1200 mm	5.00	2.50 ± 0.20
oltre 1200 mm	6.00	3.00 ± 0.20

Nel caso di pattini, di diagonale non eccedente i 600mm, lo spessore sarà di 4mm di cui 2mm ± 0.20 fuoriuscenti. L'impiego di strisce di PTFE semplicemente incollato è consentito solo nella calotta sferica; il rivestimento di PTFE dovrà essere preformato in un sol pezzo con la stessa sagoma dell'alloggiamento.

In questo caso lo spessore del PTFE potrà essere limitato a 2mm ± 0.20.

Il materiale usato per l'incollaggio dovrà fornire una forza di adesione al supporto di almeno 0,40kg per millimetro di larghezza nella prova di strappo innescato con un angolo di 90°.

Il progetto dell'apparecchio dovrà essere tale che, anche durante la massima escursione, la piastra superiore dovrà sempre ricoprire interamente quella rivestita di PTFE.

Per quanto riguarda le pressioni ammissibili sulle superfici di scorrimento orizzontali si ammetteranno i seguenti valori:



- con carichi permanenti  $p \leq 30\text{MPa}$ ;
- con carico massimo  $p \leq 45\text{MPa}$ .

Per i listelli di guida, che saranno sempre senza tasche per il grasso, la pressione ammissibile sarà di 60MPa, se i carichi non agiscono in modo permanente.

In caso contrario varranno le limitazioni per le superfici di scorrimento orizzontali. Per i rivestimenti delle calotte sferiche si ammetteranno le seguenti pressioni:

- con carichi permanenti  $p \leq 17\text{MPa}$ ;
- con carico massimo  $p \leq 25\text{MPa}$ .

Per quanto riguarda le cavità per il lubrificante di grasso al silicone, la profondità di dette cavità non potrà essere maggiore dello spessore di PTFE sporgente al di fuori dell'alloggiamento.

Nel calcolo delle pressioni sul PTFE la sua superficie verrà considerata interamente, senza escludere l'area delle cavità.

### ***Coefficiente d'attrito***

L'Appaltatore dovrà fornire i diagrammi del coefficiente d'attrito, previsto per gli appoggi da essa forniti, al variare della pressione di contatto sul PTFE nelle peggiori condizioni di funzionamento prevedibile (indicativamente a  $-30^{\circ}\text{C}$  e con movimenti a bassa velocità, conseguenti a fenomeni di dilatazione).

### ***Parti in composizione saldata***

La Direzione lavori stabilirà il tipo e l'estensione dei controlli da eseguire sulle saldature, sia in corso di elaborazione che ad opera finita, in conformità al D.M. 17/01/2018.

Tali controlli saranno eseguiti presso gli Istituti designati dalla Direzione Lavori; i relativi oneri saranno a carico dell'Appaltatore.

### ***Protezione anticorrosiva***

Tutte le parti meccaniche dovranno essere protette contro la corrosione.

Il ciclo dovrà rispettare le seguenti caratteristiche: sabbiatura a metallo bianco seguita da uno dei cicli di verniciatura contenuti nel punto di riferimento del presente Capitolato.

Le superfici che dovranno venire a contatto col calcestruzzo saranno protette, fino al momento della messa in opera, con un film di materiale sintetico facilmente asportabile, oppure con altri idonei accorgimenti, tali da permettere la sistemazione in opera con superfici ancora esenti da ruggine e da altre sostanze tali da riprodurre l'aderenza acciaio/malta d'ancoraggio.

### ***Antipolvere***

Gli appoggi saranno dotati di completa protezione antipolvere realizzata con raschia polvere e soffietti in neoprene che si estenderanno per tutta l'escursione dell'apparecchio.

I fermi e i contrassegni degli appoggi dovranno essere visibili o ubicati all'esterno della protezione.

### ***Assemblaggio***

#### ***Collegamenti provvisori***

Durante il trasporto ed il montaggio le parti mobili saranno tenute in posizione mediante collegamenti provvisori, da eliminare dopo la posa in opera.

A tal fine saranno evidenziati con colore diverso da quello dell'appoggio (per esempio giallo).

### ***Pre-regolazione***

La pre-regolazione degli apparecchi sarà eseguita dall'Appaltatore al momento del collegamento alle strutture; i valori della pre-regolazione dovranno corrispondere a quelli precedentemente prescritti dalla Direzione Lavori.

Contrassegni

Gli apparecchi saranno dotati di targhetta metallica con le seguenti indicazioni:

- nome dell'Impresa esecutrice;

- tipo di apparecchio e sue funzioni (multidirezionale, fisso, ecc.);
- carico verticale di progetto;
- eventuale carico orizzontale di progetto;
- escursione longitudinale di progetto;
- eventuali altre indicazioni utili per la corretta posa in opera.

### ***Riferimenti***

Gli apparecchi saranno dotati di riferimenti per il loro posizionamento.

In particolare, saranno indicati gli assi dell'appoggio e la direzione di scorrimento longitudinale. Gli apparecchi saranno inoltre dotati di scala graduata e di indice di misura per lo scorrimento.

#### **9.9.4 Posa in opera**

##### ***Verifica delle sedi predisposte***

Prima di iniziare le operazioni di posa in opera, l'Appaltatore dovrà verificare a sua cura e spese le sedi predisposte nelle strutture sotto e sovrastanti gli appoggi.

In particolare, sarà verificata l'orizzontalità della sede, che dovrà essere ripristinata dall'Impresa se presenterà difetti superiori alla tolleranza indicata nello 0.10% per ogni tipo di apparecchio.

Tale ripristino sarà a carico dell'Appaltatore per difetti di orizzontalità fino allo 0.50%; oltre tale tolleranza, per la sola parte eccedente lo 0.50% il ripristino sarà compensato con apposito prezzo.

In ogni caso le irregolarità eventualmente rilevate dovranno essere segnalate dall'Appaltatore alla Direzione dei Lavori per iscritto e prima dell'inizio della posa in opera.

In mancanza di tale comunicazione scritta, si intenderà che l'Appaltatore ha riscontrato la correttezza delle suddette predisposizioni.

**Collegamento alla struttura e ripristino dell'orizzontalità**

Gli appoggi devono essere adeguatamente collegati alle strutture sotto e sovrastanti con zanche d'appoggio.

È a carico dell'Appaltatore la realizzazione di tali collegamenti, con tutte le forniture, prestazioni ed oneri ad essa inerenti.

In funzione delle condizioni specifiche si potranno impiegare: iniezioni di resina, strati di conguaglio in resina o in malta di resina, in malta cementizia reoplastica (questi ultimi verranno impiegati per spessori superiori ai 5 cm) oppure tirafondi metallici, annegati preventivamente nelle strutture, o sigillati entro gli alloggiamenti appositamente precostituiti.

In casi particolari il collegamento sarà realizzato saldando l'apparecchio a contropiastre annegate nelle strutture. In ogni caso il collegamento dovrà soddisfare i requisiti specificati nelle specifiche di progetto.

Il metodo proposto dall'Appaltatore sarà sottoposto all'approvazione della Direzione Lavori, la quale potrà eventualmente richiedere l'effettuazione preventiva di prove sperimentali a carico dell'Impresa.

#### **9.10 RITEGNI ANTISISMICI**

I ritegni, laddove previsti dal progetto approvato, dovranno consentire la realizzazione di un sistema di vincoli "rigidi" provvisori atti ad impedire durante l'evento sismico i movimenti relativi nella struttura in punti prestabiliti.

Essi si distinguono in:

- **tipo fisso** – realizza essenzialmente una cerniera sferica (rotazione intorno a 3 assi) con capacità di assorbire azioni sia longitudinali che trasversali;
- **tipo mobile** – consente gli spostamenti longitudinali derivanti da azioni applicate in modo pressochè statico e capace, invece, di assorbire le azioni impulsive sia longitudinali che trasversali; esso risulta costituito essenzialmente da un cilindro in cui, portato da uno stelo passante, alloggia un pistone a tenuta che crea due distinte camere riempite con olio idraulico resistente all'invecchiamento e con esclusione di qualsiasi altro tipo di fluido.

I ritegni antisismici dovranno essere costruiti in conformità alle norme tecniche previste dal D.M. 17/01/2018, delle relative istruzioni, della circolare del Ministero dei LL.PP. del 31/10/1986 e dalle successive modificazioni nonchè dalle norme CNR 10011 e la Circolare Min. LL.PP. n. 2357.

I dispositivi antisismici dovranno essere muniti di una targhetta metallica di identificazione sulla quale dovranno essere riportati:

- nome del fabbricante e anno di produzione;

- modello;
- massima spinta assorbibile;
- entità della corsa dell'apparecchio mobile con un riscontro di riferimento per verifica di funzionamento in corso di esercizio.

### ***Protezione delle parti metalliche***

Gli apparecchi dovranno essere provvisti di un rivestimento protettivo sulle superfici soggette ad aggressione chimica e fotochimica.

### ***Posa in opera***

Il collegamento dei dispositivi di ritegno con l'impalcato e le sottostrutture dovrà essere realizzato in modo che sia garantita la possibilità di una agevole ispezione, relativa manutenzione (verniciatura) ed eventuale sostituzione che dovrà avvenire senza dover sollevare l'impalcato e senza alcuna limitazione all'esercizio.

Il ritegno tipo fisso dovrà essere sostituibile con un sollevamento massimo dell'impalcato di 40 mm.

## **9.11 AMMORTIZZATORI ANTISISMICI**

Si distinguono le due tipologie:

- a. ammortizzatori antisismici in neoprene espanso;**
- b. ammortizzatori antisismici in acciaio.**

Gli ammortizzatori dovranno essere conformi a quanto stabilito nella Circolare Min. LL. PP. n. 2357

### **9.11.1 Ammortizzatori antisismici in neoprene espanso**

Dovranno essere in neoprene espanso a cellule aperte, atti a dissipare una pressione di almeno 1.00MPa ad una velocità di deformazione di 150mm/s e con uno schiacciamento pari al 50% del loro spessore.

Sulle facce soggette a compressione dovranno essere vulcanizzate due lastre in acciaio di adeguato spessore, opportunamente sagomate, per il fissaggio degli apparecchi alle strutture.

#### **9.11.2 Ammortizzatori antisismici in acciaio**

Saranno costituiti da parti in acciaio e parti in materiali termoplastici (teflon, elastomeri, etc.).

L'Appaltatore dovrà tenere conto, nei propri programmi di lavoro, dei tempi necessari per la fornitura ed il montaggio degli apparecchi di appoggio e degli ammortizzatori antisismici, nonché di tutte le altre operazioni necessarie alla posa in opera, il tutto a sua cura e spese.

## 10 FONDAZIONI STRADALI

### 10.1 STRATO DI FONDAZIONE IN MISTO GRANULARE STABILIZZATO

La fondazione è realizzata con misto granulare corretto granulometricamente, ovvero con misto granulare (miscela di varie pezzature di aggregato, reperibile in natura e di provenienza diversa), corretto con l'aggiunta o la sottrazione di determinate frazioni granulometriche al fine di migliorarne le proprietà fisico- meccaniche. La correzione può avvenire mediante materiale naturale o proveniente da frantumazione.

La frazione grossa di tali miscele (inerte con dimensioni superiori a 2mm) potrà essere costituita da ghiaie, frantumati, detriti di cava o altro materiale ritenuto idoneo dalla Direzione Lavori.

La fondazione potrà essere formata da materiale di apporto idoneo, oppure da correggersi con adeguata attrezzatura, in impianto fisso di miscelazione.

#### 10.1.1 Caratteristiche dei materiali da impiegare

Il materiale in opera, dopo l'eventuale correzione e miscelazione, dovrà rispondere alle seguenti caratteristiche:

- L'aggregato deve avere dimensioni tali da risultare completamente passante al setaccio da 63mm (o al crivello da 71mm di apertura); non deve essere costituito da granuli di forma appiattita, allungata o lenticolare.
- La granulometria deve essere compresa nel seguente fuso e deve avere andamento continuo ed uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti:

SERIE CRIVELLI E SETACCI (Serie UNI 2332)	PASSANTE IN PESO (%)
Crivello 71	100
Crivello 40	75 - 100
Crivello 25	60 - 87
Crivello 10	35 - 67
Crivello 5	25 - 55
Setaccio 2	15 - 40
Setaccio 0,4	7 - 22
Setaccio 0.075	2 - 10

SERIE CRIVELLI E SETACCI (Serie UNI-EN 13043)	PASSANTE IN PESO (%)
Crivello 63	100
Crivello 31.25	66 - 100
Crivello 16	47 - 80
Crivello 8	30 - 63
Crivello 4	21 - 50

Setaccio 2	15 - 40
Setaccio 1	11 - 32
Setaccio 0.5	8 - 24
Setaccio 0.25	6 - 18
Setaccio 0.125	4 - 14
Setaccio 0.063	2 - 10

- Il rapporto tra il passante al setaccio 0.075 (UNI 2332) ed il passante al setaccio 0.40 (UNI 2332) deve essere inferiore a 2/3.
- La perdita in peso alla prova Los Angeles, eseguita sulle singole pezzature, secondo la norma UNI-EN 1097-2/99 "Prove per determinare le proprietà fisico-meccaniche degli aggregati - Metodi per la determinazione della resistenza alla frammentazione", non deve essere superiore al 30%.
- L'equivalente in sabbia, secondo la norma UNI-EN 933-8/2000 "Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati - Valutazione dei fini - Prova dell'equivalente in sabbia", determinato sull'aggregato della miscela da utilizzare, deve essere compreso fra 40 e 65%. I limiti superiore e inferiore dell'equivalente in sabbia potranno essere variati dalla Direzione Lavori in funzione della provenienza e delle caratteristiche del materiale utilizzato. In particolare, per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso fra 25 e 40%, se ritenuti idonei, la Direzione Lavori richiederà, in ogni caso, la verifica dell'indice di portanza CBR.
- I suddetti controlli dovranno essere ripetuti sul materiale prelevato dopo costipamento in situ.
- L'indice di portanza californiano CBR, secondo la normativa CNR-UNI 10009/1964, determinato dopo aver sottoposto il campione a quattro giorni di imbibizione in acqua, deve risultare non inferiore al 30%.  
L'indice CBR, inoltre, non dovrà scendere al di sotto del valore anzidetto per variazioni dell'umidità ottima di costipamento di  $\pm 2\%$ .
- Qualora ritenuto necessario dalla Direzione Lavori, l'aggregato grosso (frazione di dimensioni maggiori di 2mm), deve avere una sensibilità al gelo, determinata secondo la Norma CNR B.U. n°80/1980, non superiore al 30%.
- L'aggregato fino (frazione di dimensioni minori di 2mm) deve avere un Limite Liquido, ai sensi della Norma CNR-UNI 10014/1964, non superiore al 25%; il Limite Plastico deve essere non determinabile (e così l'Indice di Plasticità).



- Il modulo di deformazione  $M_d$  dello strato deve essere quello inserito nel progetto e viene determinato impiegando la metodologia indicata nella Norma CNR 146/92.

Se le miscele contengono oltre il 60% in peso di elementi frantumati a spigoli vivi, l'accettazione avverrà sulla base delle sole caratteristiche indicate ai precedenti commi 1-5-7 e 8, salvo nel caso citato al comma 5) in cui la miscela abbia equivalente in sabbia compreso tra 25 e 40%.

#### **10.1.2 Studio della miscela in laboratorio**

Al fine di determinare la migliore formulazione dell'impasto per la realizzazione dello strato di fondazione, l'Appaltatore dovrà preliminarmente eseguire uno studio di fattibilità e di ottimizzazione, mediante il quale definire i componenti della miscela, le relative caratteristiche fisico-meccaniche e i dosaggi delle pezzature, necessari per la produzione di un misto stabilizzato in grado di meglio soddisfare ai requisiti di accettazione previsti dal presente Capitolato.

Gli esiti e le conclusioni dell'indagine preliminare (mix-design) dovranno essere opportunamente documentati con tutti i certificati relativi alle prove di laboratorio effettuate, sia sui materiali componenti che sullo stabilizzato da utilizzare in fase di stesa. Dovrà essere inoltre contestualmente trasmessa alla Direzione Lavori una relazione circostanziata che illustri, in modo chiaro ed inequivocabile:

- tipologia e caratteristiche dei materiali che saranno utilizzati per la realizzazione dello strato di fondazione;
- luogo, modalità e tempi del loro approvvigionamento;
- luogo, modalità e tempi del loro impiego, trattamento e messa in opera;
- provvedimenti da porre in atto per garantire il mantenimento nel tempo dei loro requisiti fisici e meccanici, previsti nello studio preliminare e richiesti dal Capitolato;
- provvedimenti previsti in caso di variazione delle condizioni di cui ai punti precedenti.

Lo studio di fattibilità e ottimizzazione sui singoli componenti del misto granulometricamente stabilizzato, nonché sul prodotto finale, dovrà concernere la scelta degli aggregati lapidei nelle varie pezzature; dovranno essere indicate la natura e la provenienza dell'inerte, nonché, per ciascuna frazione e per lo stabilizzato che si intende impiegare, la curva granulometrica (UNI-EN 933-1/1999 "Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati - Determinazione della

distribuzione granulometrica - Analisi granulometrica per stacciatura”), la massa volumica apparente dei granuli (UNI-EN 1097-6/2002 “Prove per determinare le proprietà meccaniche e fisiche degli aggregati - Determinazione della massa volumica dei granuli e dell'assorbimento d'acqua”) e tutte le caratteristiche fisiche e meccaniche indicate dal Capitolato fra i requisiti di accettazione.

### 10.1.3 Controllo dei requisiti di accettazione

Il rispetto dei requisiti di accettazione sarà accertato dalla D.L. in corso d’opera, prelevando in cantiere il materiale già miscelato, sia all’atto della stesa che dopo il costipamento.

Nel cantiere di stesa dovranno essere effettuati i seguenti controlli:

- verifica dell’idoneità delle attrezzature di stesa e rullatura;
- verifica della composizione e delle caratteristiche intrinseche del misto stabilizzato;
- verifica delle caratteristiche fisico-meccaniche del materiale costipato ed, in particolare del:
  - **peso specifico in situ**, secondo la Norma CNR B.U. n. 22/1972, in relazione alla densità massima determinata con procedura AASHTO Modificato;
  - **modulo di deformazione Md**, determinato con prova di carico su piastra al primo ciclo di carico, nell’intervallo di pressione compreso tra 0.15 e 0.25 N/mm<sup>2</sup>, secondo la norma CNR B.U. n. 146/1992; esso dovrà risultare **non inferiore a 80 N/mm<sup>2</sup>**;
  - **regolarità dello strato**, la cui superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1cm, controllato a mezzo di un regolo di 4.50m di lunghezza e disposto secondo le due direzioni ortogonali.
- verifica dello spessore dello strato finito non dovrà scostarsi, in più o in meno, oltre il 5% dello spessore totale, a condizione che il massimo scostamento si presenti solo saltuariamente.

## 10.2 STRATO DI FONDAZIONE IN MISTO CEMENTATO

Il misto cementato per fondazione (sottobase) sarà costituito da una miscela di inerti lapidei, impastata con cemento e acqua in impianto centralizzato con dosatori a peso o a volume. Lo spessore finito dell’unico strato in cui il materiale dovrà essere messo in opera in un unico strato non inferiore a 20cm e non superiore a 30cm.

## 10.2.1 Caratteristiche dei materiali da impiegare

### 10.2.1.1 Materiali inerti

Saranno impiegati aggregati naturali e di frantumazione, anche costituiti da ghiaie e sabbie di cava e/o di fiume, a condizione che la percentuale di frantumato complessiva sia superiore al 40% in peso, sul peso totale degli inerti. La D.L. potrà permettere l'impiego di quantità di materiale frantumato inferiori al limite stabilito, previa verifica che la miscela finale presenti comunque le resistenze a compressione e a trazione, a 7 giorni, prescritte nel seguito (a tal fine, si potrà modificare la composizione variando la percentuale delle sabbie presenti e/o la quantità di passante al setaccio da 0.075mm).

Gli inerti avranno i seguenti requisiti:

- il materiale deve avere dimensioni tali da risultare completamente passante al crivello UNI 40 (o equivalente); non deve essere costituito da granuli di forma appiattita, allungata o lenticolare;
- Granulometria compresa nel seguente fuso ed avente andamento continuo ed uniforme:

SERIE CRIVELLI E SETACCI (Serie UNI 2332)	PASSANTE IN PESO (%)
Crivello 40	100
Crivello 30	80 - 100
Crivello 25	72 - 90
Crivello 10	40 - 55
Crivello 5	28 - 40
Setaccio 2	18 - 30
Setaccio 0,4	8 - 18
Setaccio 0.075	5 - 10

SERIE CRIVELLI E SETACCI (Serie UNI-EN 13043)	PASSANTE IN PESO (%)
Crivello 63	100
Crivello 31.25	80 - 100
Crivello 16	55 - 73
Crivello 8	34 - 48
Crivello 4	25 - 36
Setaccio 2	18 - 30
Setaccio 1	14 - 24
Setaccio 0.5	9 - 19
Setaccio 0.25	7 - 15
Setaccio 0.125	5 - 12
Setaccio 0.063	4 - 10

- Perdita in peso alla prova Los Angeles, eseguita sulle singole pezzature, secondo la norma UNI-EN 1097-2/1999, non superiore al 30%;
- Equivalente in sabbia, secondo la norma UNI-EN 933-8/2000, compreso fra 30 e 60%;
- Qualora ritenuto necessario dalla Direzione Lavori, l'aggregato grosso (frazione di dimensioni maggiori di 4mm) dovrà avere:
  - sensibilità al gelo, determinata secondo la Norma CNR B.U. n. 80/1980, non superiore al 30%;
  - coefficiente di usura determinato con la prova Micro-Deval, secondo la Norma UNI-EN 1097-1/2000 "Prove per determinare le proprietà meccaniche e fisiche degli aggregati - Determinazione della resistenza all'usura (micro-Deval)", in presenza di acqua (MDU), non superiore al 25%.
- L'aggregato fino (frazione di dimensioni minori di 4mm) dovrà avere un Limite Liquido, ai sensi della Norma CNR-UNI 10014, non superiore al 25%; il Limite Plastico deve essere non determinabile (e così l'Indice di Plasticità);
- Il contenuto di rocce tenere, alterate o scistose, rocce degradabili, rocce solfatiche, rocce reagenti con alcali del cemento, ai sensi della Norma CNR B.U. n. 104/1984, nell'aggregato grosso deve essere inferiore all'1%;
- Il contenuto di rocce tenere, alterate o scistose, rocce degradabili, solfatiche o reagenti con alcali del cemento, ai sensi della Norma CNR B.U. n. 104/1984, nell'aggregato fino deve essere inferiore all'1%. Così deve essere inferiore all'1%, nello stesso aggregato, il contenuto in ione SO<sub>4</sub> ed il contenuto di sostanze organiche.

#### **10.2.1.2 Legante**

Il cemento da impiegare, ai sensi del D.M. Industria, Commercio ed Artigianato del 13/09/1993, deve essere del tipo ENV 197-1 CEM I, II, III o IV, tipo 32.5 o 42.5, ma non può avere elevata resistenza iniziale (32.5R o 42.5 R). La percentuale di legante sarà compresa tra il 2,5 e il 3,5% in peso sul peso dell'inerte (secco).

#### **10.2.1.3 Acqua**

Dovrà essere esente da impurità dannose, oli, acidi, alcali, materie organiche e da qualsiasi altra sostanza nociva. La quantità di acqua nella miscela sarà quella corrispondente all'umidità ottima di costipamento, con una possibile variazione percentuale (in aumento o in diminuzione) di 2 punti per consentire il raggiungimento delle resistenze appresso indicate.

### 10.2.2 Studio preliminare di laboratorio

Al fine di determinare la migliore formulazione dell'impasto per la realizzazione dello strato di fondazione (sottobase), l'Appaltatore dovrà preliminarmente eseguire uno studio di fattibilità e di ottimizzazione, mediante il quale definire i componenti della miscela, le relative caratteristiche fisico-meccaniche e i dosaggi delle pezzature, necessari per la produzione di un misto cementato in grado di meglio soddisfare ai requisiti di accettazione previsti dal presente Capitolato.

Gli esiti e le conclusioni dell'indagine preliminare (mix-design) dovranno essere opportunamente documentati con tutti i certificati relativi alle prove di laboratorio effettuate, sia sui materiali componenti che sul misto da utilizzare in fase di stesa.

Dovrà essere inoltre contestualmente trasmessa alla Direzione Lavori una relazione circostanziata che illustri, in modo chiaro ed inequivocabile:

- tipologia e caratteristiche dei materiali che saranno utilizzati per la realizzazione dello strato di fondazione (sottobase), con particolar riguardo a inerte e legante;
- luogo, modalità e tempi del loro approvvigionamento;
- luogo, modalità e tempi del loro impiego, trattamento e messa in opera;
- provvedimenti da porre in atto per garantire il mantenimento nel tempo dei loro requisiti fisici e meccanici, previsti nello studio preliminare e richiesti dal Capitolato;
- provvedimenti previsti in caso di variazione delle condizioni di cui ai predetti punti 1-2-3.

Lo studio di fattibilità e ottimizzazione sui singoli componenti del misto cementato, nonché sul prodotto finale, dovrà concernere la scelta del cemento e degli aggregati lapidei nelle varie pezzature. Dovranno essere indicati:

- tipo, qualità e dosaggio del cemento;
- natura e provenienza dell'inerte;
- per ciascuna frazione e per la miscela di aggregati che si intende impiegare, la curva granulometrica (UNI-EN 933-1/1999), la massa volumica apparente dei granuli (UNI-EN 1097-6/2002) e tutte le caratteristiche fisiche e meccaniche indicate dal Capitolato fra i requisiti di accettazione (art. 20.2.2.a/b/c).

La quantità di acqua e di legante con cui effettuare l'impasto sarà preliminarmente determinata in laboratorio, per via sperimentale, mediante provini cilindrici su cui determinare la densità del secco, il carico di rottura a compressione, la resistenza a trazione indiretta, secondo la norma UNI-EN 12390-6/2002

**La prova di resistenza a compressione** sarà eseguita su provini confezionati in stampi cilindrici di acciaio per prova C.B.R. (ai sensi della Norma CNR-UNI 10009), privi di disco spaziatore e dotati di collare di prolunga; negli stampi, il materiale sarà costipato in n° 5 strati, con n°85 colpi per strato, con un'energia pari a quella prevista nella norma CNR B.U. n°69/1978 (Prova di costipamento di una terra) per il procedimento AASHTO Modificato. Onde consentire il regolare costipamento dell'ultimo strato si dovrà aver cura che la miscela, a costipamento ultimato, ecceda di 1cm circa rispetto all'altezza del cilindro; l'eccedenza verrà eliminata, previa rimozione del collare di prolunga e rasatura dello stampo, in modo che l'altezza del provino risulti essere pari a quella dello stampo C.B.R. medesimo.

Il confezionamento dei campioni sarà eseguito dosando gli inerti secondo la curva granulometrica di progetto, dopo aver eliminato la frazione trattenuta al crivello 25 UNI (o al setaccio corrispondente), preparando più impasti con percentuali di cemento diverse e, per ogni percentuale di cemento, con percentuali di acqua diverse. Con ogni impasto si confezioneranno almeno 4 provini, sui quali verrà calcolata la densità secca.

I provini dovranno essere conservati negli stampi in ambiente umido per le prime 24 ore dal confezionamento; saranno quindi estratti e fatti stagionare per 6 giorni in ambiente umido (umidità relativa non inferiore al 90%) a temperatura di circa 20°C. Per prove eseguite in cantiere la stagionatura sarà effettuata in sabbia umida.

I provini, dopo la stagionatura, saranno sottoposti a prova di rottura a compressione, condotta con l'applicazione di uno sforzo unitario crescente con continuità sino a rottura, in ragione di 1 N/mm<sup>2/s</sup>.

La resistenza a compressione a 7 giorni, espressa come media su quattro provini, dovrà risultare compresa fra 4 e 7 N/mm<sup>2</sup>; qualora uno dei valori dovesse scostarsi dalla media di oltre il 20%, la media aritmetica sarà computata sui campioni rimanenti, a condizione che nessuno di questi manifesti un pari scostamento dalla media risultante. In quest'ultima circostanza, qualora fossero due i campioni con valori di resistenza a compressione che si scostano di oltre il 20% dalla media, la prova dovrà essere integralmente ripetuta.

**La prova di resistenza a trazione indiretta (prova brasiliana)** sarà eseguita su provini confezionati secondo le modalità previste per la prova di compressione.

Il carico dovrà essere applicato, collocando il provino con il proprio asse orizzontale e interponendo appositi listelli in compensato o cartone duro (di sezione minima di 15 x 4mm e lunghezza maggiore dell'altezza del campione), mediante i piatti di una pressa che dovranno trasmettere un gradiente di tensione costante sino a rottura, in ragione di 0.05N/mm<sup>2/s</sup>.

La resistenza a trazione indiretta, determinata su almeno tre provini, dovrà risultare non inferiore a 0.25 N/mm<sup>2</sup>.

Dall'indagine sperimentale eseguita con la prova di compressione e la prova di trazione indiretta dovranno essere scelti: curva granulometrica; contenuto di legante; contenuto d'acqua da utilizzare nel confezionamento della miscela; densità e resistenze di progetto da utilizzare come riferimento nelle prove di controllo.

#### **10.2.3 Preparazione e controllo dei requisiti di accettazione in fase di confezionamento della miscela**

L'Appaltatore, dopo aver eseguito lo studio della miscela in laboratorio, dovrà proporre alla Direzione Lavori la composizione da adottare e ad essa, una volta accettata, dovrà scrupolosamente attenersi per tutta la durata dei lavori.

La miscela verrà confezionata in appositi impianti centralizzati con dosatori a peso o a volume. La dosatura dovrà essere effettuata sulla base di un minimo di tre distinti assortimenti ed il controllo della stessa dovrà essere eseguito almeno ogni 1.500 m<sup>3</sup> di miscela.

L'osservanza della granulometria dovrà essere assicurata con esami giornalieri, da eseguirsi presso la centrale di miscelazione, subito prima della miscelazione.

Per quanto concerne la curva granulometrica dell'inerte, rispetto al valore percentuale del passante ai singoli vagli della curva granulometrica adottata, sarà ammessa una tolleranza di  $\pm 5$  punti dal crivello 40 al crivello 5 UNI e di  $\pm 2$  punti dal setaccio 2 UNI al setaccio 0.075 UNI, purché non vengano superati i limiti del fuso.

Per la quantità di cemento non sarà tollerato uno scostamento, dalla percentuale stabilita, superiore a  $\pm 0.3$  punti.

#### **10.2.4 Protezione superficiale**

Subito dopo il completamento delle opere di costipamento e di rifinitura dovrà essere eseguito lo stendimento di un velo protettivo di emulsione bituminosa acida (cationica) al 55% in ragione di 1.0-1.5kg/m<sup>2</sup>, in relazione al tempo ed alla intensità del

traffico di cantiere cui esso potrà venire sottoposto; successivamente si provvederà allo spargimento di sabbia.

#### **10.2.5 Controllo dei requisiti ed accettazione**

Il costipamento dello strato in misto cementato dovrà essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 97% della densità massima del progetto.

Il controllo di detta densità dovrà essere eseguito con cadenza giornaliera (almeno 1 prova per giornata lavorativa), prelevando il materiale durante la stesa, ovvero prima dell'indurimento.

La densità in sito si valuterà secondo le prescrizioni della Norma CNR B.U. n. 22/1972 (metodo del volumometro a sabbia o a membrana), avuto riguardo di correggere la misura in modo da eliminare il contributo degli elementi di dimensione superiore a 25mm.

Ciò potrà essere ottenuto mediante la metodologia analitica, oppure attraverso una misura diretta, consistente nella separazione mediante vagliatura degli elementi di pezzatura maggiore di 25mm e nella loro sistemazione nel cavo di prelievo prima di effettuare la misura col volumometro. La sistemazione di questi elementi nel cavo dovrà essere effettuata con cura, elemento per elemento, per evitare la formazione di cavità durante la successiva misurazione del volume.

Il controllo della densità potrà anche essere effettuato sullo strato finito (almeno con 15-20 giorni di stagionatura), su provini estratti tramite carotatrice; la densità secca verrà ricavata come rapporto tra il peso della carota, essiccata in stufa a 105-110°C, ed il suo volume, ricavato per mezzo di pesata idrostatica previa paraffinatura del provino. In questo caso la densità dovrà risultare non inferiore al 100% della densità del progetto.

Prove di compressione e di trazione indiretta saranno eseguite prelevando un numero minimo di 8 campioni (4 per la compressione, 4 per la trazione) per ogni 1.500m<sup>3</sup> di materiale costipato e frazione eccedente. La preparazione dei provini per le singole determinazioni avverrà previa eliminazione, mediante vagliatura con crivello o setaccio, dell'inerte con dimensioni superiori a 25mm.

La resistenza, a 7 giorni, a compressione e a trazione indiretta, determinata su provini confezionati prelevando la miscela durante la stesa e prima del costipamento definitivo e stagionati secondo le indicazioni del precedente articolo, potrà discostarsi dai valori di riferimento preventivamente determinati in laboratorio con una tolleranza



del 20%, in aumento come in diminuzione, ma mai potrà essere inferiore ai minimi prescritti per lo studio di laboratorio (rispettivamente  $4.0\text{N/mm}^2$  per la resistenza a compressione,  $0.25\text{N/mm}^2$  per la resistenza a trazione indiretta).

**Il modulo di deformazione  $M_d$** , determinato con prova di carico su piastra al primo ciclo di carico, nell'intervallo di pressione compreso tra  $0.15$  e  $0.25\text{N/mm}^2$ , fra 3 e 12 ore dopo la compattazione del materiale, dovrà altresì risultare non inferiore a  $150\text{N/mm}^2$ .

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre  $1.0\text{cm}$ , controllato a mezzo di un regolo di  $4.50\text{m}$  di lunghezza, disposto secondo due direzioni ortogonali; tale scostamento non potrà essere che saltuario. Qualora si dovesse rilevare un maggior scostamento dalla sagoma di progetto, non sarà consentito il ricarico superficiale e l'Impresa dovrà rimuovere e riapplicare, a sua totale cura e spesa, lo strato per il suo intero spessore.

## **11 PAVIMENTAZIONI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO**

### **11.1 CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATO DI BASE**

Lo strato di base in conglomerato bituminoso è costituito da un misto granulare, prevalentemente di frantumazione, composto da una miscela di aggregato grosso, fine e filler (secondo le definizioni riportate nella Norma UNI EN 13043/2004 "Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti ed altre aree soggette a traffico"), impastato a caldo con bitume semisolido per uso stradale (secondo la definizione e requisiti di cui alla Norma **UNI EN 12591/2009** "Bitume e leganti bituminosi – Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali"), previo preriscaldamento degli aggregati, steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con rulli gommati, vibranti gommati e metallici.

Il conglomerato bituminoso, una volta messo in opera, dovrà conferire una resistenza meccanica allo strato di pavimentazione di cui fa parte tale da garantire la capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli e una sufficiente flessibilità nell'adattamento ad eventuali assestamenti del sottofondo, anche a medio–lungo termine.

Lo spessore dello strato di base è prescritto nei tipi di progetto, salvo diverse indicazioni dalla Direzione Lavori.

#### **11.1.1 Caratteristiche dei materiali da impiegare**

##### ***Materiali inerti***

Il campionamento degli aggregati destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione dovrà essere eseguito secondo la Norma **UNI-EN 932-1/1998** "Metodi di prova per determinare le proprietà generali degli aggregati. Metodi di campionamento".

Il rispetto dei requisiti di accettazione da parte degli inerti impiegati nel conglomerato bituminoso per strato di base dovrà essere verificato sulla base delle prescrizioni contenute nella norma UNI–EN 13043/2004 sopraccitata.

##### ***Aggregato grosso***

L'aggregato grosso (frazione di dimensioni maggiori di 2mm) dovrà essere costituito almeno per il 70% da materiale frantumato e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- perdita in peso alla prova Los Angeles, secondo la Norma UNI–EN 1097–2, non superiore al 25%;

- se richiesto dalla Direzione Lavori, sensibilità al gelo, determinata secondo la Norma CNR B.U. n°80/1980, non superiore al 30%;
- contenuto di rocce tenere, alterate o scistose, e di rocce degradabili, ai sensi della Norma CNR B.U. n°104/1984, inferiore all'1%;
- spogliamento in acqua a 40°C, secondo la Norma CNR B.U. n°138/92, non superiore al 5%.

In ogni caso l'aggregato grosso dovrà essere costituito da elementi sani, duri, durevoli, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei o inquinanti. I grani di aggregato non dovranno mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare.

### ***Aggregato fine***

L'aggregato fino (frazione di dimensioni minori di 2mm) dovrà essere costituito da sabbie di frantumazione e naturali (la percentuale di queste ultime sarà prescritta, di volta in volta, dalla Direzione Lavori in relazione ai valori di scorrimento della prova Marshall, ma comunque non dovrà essere mai superiore al 30% in peso della miscela delle sabbie) e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- Limite Liquido, ai sensi della Norma CNR–UNI 10014, non superiore al 25%; il Limite Plastico dovrà essere non determinabile (e così l'Indice di Plasticità);
- contenuto di rocce tenere, alterate o scistose, e di rocce degradabili, ai sensi della Norma CNR B.U. n°104/1984, inferiore all'1%;
- equivalente in sabbia, determinato secondo la Norma UNI–EN 933–8, non inferiore al 50%.

### ***Additivi***

Gli eventuali additivi, provenienti dalla macinazione di rocce calcaree o costituiti da cemento, calce idraulica, dovranno soddisfare ai seguenti requisiti:

- essere completamente passanti al setaccio 0.18mm della serie UNI 2332;
- avere una percentuale di passante in peso, al setaccio 0.075mm della serie UNI 2332 non inferiore a 90.
- L'analisi granulometrica sull'additivo dovrà essere comunque eseguita per via umida, secondo l'art. 5 della Norma CNR B.U. n°23/1971.

## **Legante**

Esso dovrà avere i requisiti prescritti dalle Norme **UNI EN 12591/2009** "Bitume e leganti bituminosi – Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali", per i bitumi semisolidi B 50–70 o 70–100.

Caratteristiche	Unità di misura	Norma di riferimento	Requisiti per bitumi per usi stradali			
			B35/50	B50/70	B70/100	B100/150
Penetrazione a 25°C	0.1 mm	EN 1426	35-50	50-70	70-100	100-150
Punto di rammollimento (palla e anello)	°C	EN 1427	50-85	46-54	43-51	39-47
Punto di rottura Fraass massimo	°C	EN 12593	-5	-8	-10	-12
Perdita per riscaldamento (volatilità) a 163°C, max.	%	EN 12607-1 o EN 12607-3	0.5	0.5	0.8	0.8
Penetrazione a 25°C del residuo della prova di volatilità: valore espresso in percentuale di quello del bitume originario, minimo	%	EN 1426	53	50	46	43
Punto di rottura Fraass del residuo della prova di volatilità, massimo	°C	EN 12593	-5	-8	-10	-12
Contenuto di paraffina massimo	°C	EN 12606-1	2.2	2.2	2.2	2.2
		EN12606-2	4.5	4.5	4.5	4.5

Per la valutazione delle caratteristiche di accettazione si farà riferimento alle seguenti normative CNR ed eventualmente alle Normative Europee riportate fra parentesi ove recepite dall'UNI:

- B.U. n°24/1971, "Norme per l'accettazione dei bitumi stradali" (prova di penetrazione) [EN 1426];

- B.U. n° 35/1973, "Punto di rammollimento (metodo palla e anello)" [EN 1427];
- B.U. n° 43/1974, "Punto di rottura (metodo Fraass)" [EN12593];
- B.U. n° 44/1974, "Metodo di prova: duttilità";
- B.U. n° 48/1975, "Metodo di prova: solubilità in solventi organici" [EN 12592];
- B.U. n° 50/1976, "Metodo di prova: perdita per riscaldamento volatilità" [EN 12607-1].

## **Miscela**

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

<b>REQUISITI PER IL CONGLOMERATO BITUMINOSO</b>			
<b>Caratteristiche</b>	<b>Norma di riferimento</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Valori</b>
Tenore di bitume riferito al peso totale della miscela degli inerti	C.N.R. B.U. n. 38/73	% in peso	4,0 - 5,0
Percentuale dei vuoti residui nel provino Marshall	C.N.R. B.U. 39/73	% in volume	4 - 7
Stabilità Marshall per base non modificata <sup>(1)</sup>	C.N.R. B.U. n. 30/73	kN	≥ 10,0
Stabilità Marshall per base modificata <sup>(1)</sup>	C.N.R. B.U. n. 30/73	kN	≥ 14,0
Scorrimento Marshall per base non modificata	C.N.R. B.U. n. 30/73	mm	2 - 4
Scorrimento Marshall per base modificata	C.N.R. B.U. n. 30/73	Mm	3 - 5
Rigidezza Marshall	-	kN/mm	≥ 2,5
Stabilità Marshall in acqua distillata per 15 giorni	rispetto al capitolato	%	75

(1) eseguita a 60°C su 4 provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia

Il tenore di bitume della classe 6 (pen. 50/70) dovrà essere compreso tra il 4.0 - 4.5% in peso, riferito al peso totale degli aggregati e la percentuale ottimale dovrà essere

determinata attraverso studio Marshall delle miscele. Per gli strati di minor spessore finito dovranno essere adottate composizioni granulometriche prossime alla curva limite superiore.

Il conglomerato dovrà avere i requisiti di seguito descritti:

- stabilità Marshall, secondo la Norma UNI EN 12697/2000, determinata su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà essere compresa tra 8.0 - 12.0KN;
- rigidità Marshall, dato dal rapporto fra Stabilità e Scorrimento determinati nel corso della medesima prova, dovrà essere compresa tra 2.50 - 4.0KN/mm;
- percentuale di vuoti residui, determinata sui provini Marshall, dovrà essere compresa tra 3.0 - 6.0%.

Le misure di stabilità, rigidità e porosità saranno eseguite sui provini confezionati con il conglomerato bituminoso utilizzato per la realizzazione della pavimentazione.

#### **11.1.2 Studio della miscela in laboratorio**

Al fine di determinare la migliore formulazione dell'impasto per la realizzazione dello strato di base, l'Appaltatore dovrà presentare alla D.L., con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni, uno studio di fattibilità e di ottimizzazione, mediante il quale definire i componenti della miscela, le relative caratteristiche fisico-meccaniche ed i dosaggi necessari per la produzione di un conglomerato bituminoso in grado di soddisfare ai requisiti di accettazione previsti dal presente Capitolato.

Gli esiti e le conclusioni dell'indagine preliminare (mix-design) dovranno essere opportunamente documentati con tutti i certificati relativi alle prove di laboratorio effettuate, sia sui materiali componenti che sul conglomerato da utilizzare in fase di stesa.

Lo studio di fattibilità e di ottimizzazione sui singoli componenti del conglomerato bituminoso, nonché sul prodotto finale, dovrà concernere la scelta del legante e degli aggregati lapidei nelle varie pezzature. Dovranno essere indicati:

- tipo, qualità e dosaggio del bitume;
- natura e provenienza dell'inerte;
- la curva granulometrica (UNI-EN 933-1/1999), la massa volumica apparente dei granuli (UNI-EN 1097-6/2002) e tutte le caratteristiche fisiche e meccaniche indicate

dal Capitolato fra i requisiti di accettazione, per ciascuna frazione e per la miscela di aggregati che si intende impiegare;

Il dosaggio di legante con cui confezionare il conglomerato sarà preliminarmente determinato in laboratorio, per via sperimentale, mediante prova Marshall, da realizzare secondo le modalità sopra descritte. Saranno misurati i parametri di stabilità, scorrimento, rigidità e porosità, in base ai quali sarà giustificata la formulazione ottimale della miscela.

La Direzione Lavori si riserva, in ogni caso, di approvare i risultati prodotti dall'Impresa o di fare studiare diverse formulazioni dell'impasto.

L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Appaltatore relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

Una volta accettato dalla Direzione Lavori lo studio della miscela proposta, l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente. Saranno tollerati scostamenti, rispetto allo studio di formulazione, pari a:

- $\pm 5\%$  sull'aggregato grosso;
- $\pm 2\%$  sull'aggregato fine;
- $\pm 1.5\%$  sulla quantità di filler;
- $\pm 0.25\%$  sulla quantità di bitume.

#### **11.1.3 Formazione e confezione della miscela**

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi automatizzati di tipo discontinuo, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti ed efficienti 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.

Il dosaggio dei componenti della miscela dovrà essere eseguito a peso, mediante idonea apparecchiatura la cui efficienza dovrà essere costantemente controllata.

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

La zona destinata all'ammannimento degli inerti sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni

di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre, i cumuli delle diverse classi di inerte dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori dovrà eseguirsi con la massima cura. Si farà uso di almeno 4 classi di aggregati con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate.

La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità per garantire il perfetto essiccamento dell'aggregato e l'uniforme riscaldamento della miscela.

Una perfetta vagliatura dovrà assicurare una idonea riclassificazione delle singole classi di inerte.

Resta pertanto escluso l'uso di impianto a scarico diretto.

Il tempo di mescolazione effettivo sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto e dell'effettiva temperatura raggiunta dai componenti la miscela, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante; comunque esso non dovrà mai scendere al di sotto dei 25–30 secondi.

La temperatura degli aggregati all'atto della mescolazione dovrà essere compresa tra 160 e 180°C, quella del legante tra 150 e 180°C, salvo diverse disposizioni della D.L. in rapporto al tipo di bitume impiegato. Per la verifica delle suddette temperature, gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti dovranno essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non dovrà di norma superare lo 0.5%.

#### **11.1.4 Posa in opera della miscela**

La miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione dopo la verifica della Direzione Lavori della rispondenza ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza prescritti dal progetto.

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

Prima della stesa del conglomerato su strati di fondazione in misto cementato, per garantire l'ancoraggio, si dovrà provvedere alla rimozione della sabbia



eventualmente non trattenuta dall'emulsione bituminosa stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso.

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori, in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di auto-livellamento. Le vibrofinitrici dovranno 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 dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali, e se richiesto dalla direzione lavori per quei tratti stradali ove sia possibile mediante tempestivo affiancamento di una striscia alla precedente con l'impiego di 2 finitrici. Qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spalmato con emulsione bituminosa per assicurare la saldatura della striscia successiva. Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento. La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sarà programmata e realizzata in maniera che non cadano mai in corrispondenza delle 2 fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Procedendo alla stesa in più strati, questi dovranno essere sovrapposti nel più breve tempo possibile. Tra di essi dovrà essere interposta una mano di ancoraggio di emulsione bituminosa, spruzzata in ragione di almeno 500g/m<sup>2</sup>. Gli strati finiti dovranno avere uno spessore non inferiore a 8cm, né superiore a 12cm.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 140°C.

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali potranno pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro. Gli strati eventualmente compromessi (con densità inferiori a quelle richieste) dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a cura e spese dell'Appaltatore.

La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza soluzione di continuità. La compattazione sarà realizzata a mezzo dei rulli gommati o vibranti gommati con l'ausilio di rulli a ruote metalliche, tutti

in numero adeguato ed aventi idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate, in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili. 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, a seguito di costipamento, dovrà presentarsi priva di irregolarità, ondulazioni e segregazione degli elementi di maggiori dimensioni.

#### **11.1.5 Controllo dei requisiti di accettazione dei materiali**

Alla formulazione definita a seguito di studio sperimentale e approvata dalla Direzione Lavori l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente in fase di esecuzione dei lavori, comprovandone l'osservanza con esami giornalieri. Allo scopo, in corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni nonché in fasi successive la Direzione Lavori effettuerà, a sua discrezione, tutte le verifiche, prove e controlli, atti ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni contrattuali, presso Laboratorio qualificato e di propria insindacabile fiducia.

#### **11.1.6 Controllo dei requisiti ed accettazione delle lavorazioni**

Al termine della compattazione lo strato di base dovrà avere una densità, uniforme in tutto lo spessore, non inferiore al 98% di quella Marshall dello stesso giorno, rilevata all'impianto o alla stesa, né inferiore al 96% di quella determinata secondo la "ricetta ottimale" in fase di formulazione dell'impasto.

La valutazione del peso di volume sarà eseguita secondo la Norma CNR B.U. n° 40/1973, su carote di 10cm di diametro, prelevate in numero significativo per la caratterizzazione dei materiali messi in opera. Il valore risulterà dalla media di due prove.

La superficie dello strato in conglomerato bituminoso (o di ogni singolo strato, qualora la base sia ottenuta per sovrapposizione di strati distinti, comunque secondo le modalità di cui al medesimo articolo), a seguito di costipamento, dovrà presentarsi priva di irregolarità, di ondulazioni e di segregazione degli elementi di diverse dimensioni. La regolarità superficiale sarà verificata con un'asta rettilinea lunga 4.0m che, posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascun strato, dovrà aderirvi uniformemente. Saranno tollerati scostamenti occasionali e contenuti nel limite di 10mm. Il tutto nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto.

Non saranno consentiti scostamenti per lo spessore dello strato finito. Saranno previste tolleranze, in più o in meno, fino al 2.5% dello spessore totale, a condizione che il massimo scostamento si presenti solo saltuariamente.

## **11.2 CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATO DI COLLEGAMENTO (BINDER) E PER STRATO DI USURA TRADIZIONALI**

Il conglomerato utilizzato per la realizzazione degli strati superficiali (binder ed usura) è costituito da una miscela di aggregati, esclusivamente di frantumazione, e additivo (in accordo a quanto previsto nella Norma UNI-EN 13043 "Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti e altre aree soggette a traffico"). Tale miscela verrà impastata a caldo con bitume semisolido per uso stradale (con definizione e requisiti di cui alla Norma UNI-EN 12591 "Specifiche per i bitumi per usi stradali"), previo preriscaldamento degli aggregati, e sarà stesa in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipata con rulli gommati e lisci.

### **11.2.1 Caratteristiche dei materiali da impiegare**

#### **11.2.1.1 Materiali inerti**

Il campionamento degli aggregati destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione dovrà essere eseguito secondo la Norma UNI-EN 932-1/1998, la riduzione dei campioni in laboratorio dovrà essere eseguita in accordo alla Norma UNI-EN 932-2/2000.

Il rispetto dei requisiti di accettazione da parte degli inerti impiegati nel conglomerato bituminoso per gli strati di collegamento e di usura dovrà essere verificato sulla base delle prescrizioni contenute nella norma UNI- EN 13043 precedentemente citata.

##### **11.2.1.1.1 Aggregato grosso**

L'aggregato grosso (frazione di dimensioni maggiori di 2mm) dovrà essere costituito da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere o da materiali estranei. Potrà, inoltre, essere costituito da elementi lapidei di provenienza o natura petrografica diversificata, purché le prove di caratterizzazione ed accettazione, eseguite sulle

frazioni di aggregato che si intende impiegare, attestino il rispetto dei seguenti requisiti:

- **per strati di collegamento (binder):**

- il 100% del materiale dovrà provenire da frantumazione;
- la perdita in peso alla prova Los Angeles, secondo la Norma UNI-EN 1097-2 "Metodi di prova per la determinazione della resistenza alla frammentazione", dovrà essere inferiore al 25%;
- la sensibilità al gelo, secondo la Norma CNR B.U. n°80/1980, dovrà risultare non superiore al 30%;
- il contenuto di rocce tenere, alterate o scistose, e di rocce degradabili, ai sensi della Norma CNR B.U. n. 104/1984, dovrà essere inferiore all'1%;
- l'indice di forma, secondo la Norma UNI-EN 933-4/2001, dovrà essere inferiore a 20 (categoria SI20);
- l'indice di appiattimento, secondo la Norma CNR B.U. n. 95/1984, dovrà essere inferiore a 17 (categoria FI20).

- **per strati di usura:**

- il 100% del materiale dovrà provenire da frantumazione;
- la perdita in peso alla prova Los Angeles, UNI-EN 1097-2 "Metodi di prova per la determinazione della resistenza alla frammentazione", dovrà essere inferiore al 18%;
- la sensibilità al gelo, determinata secondo la Norma CNR B.U. n. 80/1980, dovrà risultare non superiore al 30%;
- il contenuto di rocce tenere, alterate o scistose, e di rocce degradabili, ai sensi della Norma CNR B.U. n. 104/1984, dovrà essere inferiore all'1%;
- l'indice di forma, secondo la Norma UNI-EN 933-4/2001 dovrà essere inferiore a 15 (catSI15);
- l'indice di appiattimento, secondo la Norma CNR B.U. n. 95/1984, dovrà essere inferiore a 12 (categoria FI15);
- il coefficiente di levigabilità accelerata (CLA) delle graniglie, secondo la Norma UNI-EN 1097-8/2001, dovrà essere non inferiore a 0.43.

La miscela finale degli aggregati, almeno per il 30% del totale, dovrà contenere nella frazione più grossa, inerti di natura basaltica, porfirica o, in generale, di natura vulcanico effusiva.

#### 11.2.1.1.2 Aggregato fino

L'aggregato fino (frazione di dimensioni minori di 2mm) dovrà essere costituito esclusivamente da sabbie di frantumazione. Dovrà inoltre rispondere ai seguenti requisiti:

- la prova Los Angeles, secondo Norma UNI-EN 1097-2, eseguita sul granulato da cui provengono le sabbie naturali utilizzate nella miscela, dovrà dare una perdita in peso non superiore al 25%.
- l'equivalente in sabbia, determinato secondo la Norma UNI-EN 933-8/2000, dovrà essere non inferiore all'80% per lo strato di usura.

#### 11.2.1.1.3 Additivi

Gli additivi (filler), provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree ovvero costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri di asfalto, dovranno soddisfare ai seguenti requisiti:

- essere completamente passanti al setaccio UNI 0.18;
- avere una percentuale di passante, in peso, al setaccio UNI 0.075 non inferiore a 80;
- essere costituiti da materiale non plastico (Limite Plastico e Indice di Plasticità non determinabili).

#### 11.2.1.2 Legante

Esso dovrà avere i requisiti prescritti dalle Norme UNI-EN 12591/2002 "Bitume e leganti bituminosi - Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali", per i bitumi semisolidi B 50-70 o 70-100. Per la valutazione delle caratteristiche di accettazione si farà riferimento alle normative UNI-EN già previste per la verifica del legante utilizzato nello strato bituminoso di base.

#### 11.2.1.3 Miscela

##### 11.2.1.3.1 Strato di collegamento (binder)

La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di collegamento (binder) dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

SERIE CRIVELLI E SETACCI (Serie UNI 2332)	PASSANTE IN PESO (%)
Crivello 25	100
Crivello 15	70 - 100
Crivello 10	55 - 75
Crivello 5	40 - 60

Setaccio 2	24 - 45
Setaccio 0.4	8 - 25
Setaccio 0.18	6 - 15
Setaccio 0.075	4 - 8

SERIE CRIVELLI E SETACCI (Serie UNI-EN 13043)	PASSANTE IN PESO (%)
Crivello 31.25	100
Crivello 16	72 - 100
Crivello 11.2	58 - 81
Crivello 8	49 - 68
Crivello 4	37 - 56
Setaccio 2	24 - 45
Setaccio 1	14 - 37
Setaccio 0.5	9 - 28
Setaccio 0.25	7 - 18
Setaccio 0.125	5 - 12
Setaccio 0.063	4 - 7

**Il tenore di bitume** dovrà essere compreso tra il **4.5 - 5.0%** in peso, riferito al peso totale degli aggregati e la percentuale ottimale dovrà essere determinata attraverso studio Marshall delle miscele. Per gli strati di minor spessore finito dovranno essere adottate composizioni granulometriche prossime alla curva limite superiore. Il conglomerato dovrà avere i requisiti di seguito descritti:

- **stabilità Marshall**, secondo la Norma UNI-EN 12697/2000, determinata su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare compresa tra **10.0 - 16.0KN**.

A seguito di immersione in acqua demineralizzata, per 7 giorni a 25°C, secondo le indicazioni della Norma CNR B.U. n. 149/1992, la Stabilità Marshall del conglomerato bituminoso non dovrà subire riduzioni superiori al **20%**;

- **rigidezza Marshall**, dato dal rapporto fra Stabilità e Scorrimento determinati nel corso della medesima prova, dovrà essere compresa tra **3.0 - 5.0KN/mm**;
- **percentuale di vuoti** residui, determinata sui provini Marshall, dovrà essere compresa tra **3.0 - 6.0%**.
- **resistenza a trazione indiretta** a 25 °C, secondo la Norma CNR B.U. n. 134/1991, dovrà essere **non inferiore a 0.6 N/mm<sup>2</sup>**.

Le misure di stabilità, rigidezza e porosità saranno eseguite sui provini confezionati con il conglomerato bituminoso utilizzato per la realizzazione della pavimentazione.

#### 11.2.1.3.2 Strato di usura

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

SERIE CRIVELLI E SETACCI (Serie UNI 2332)	PASSANTE IN PESO (%)
Crivello 15	100
Crivello 10	70 - 90
Crivello 5	42 - 65
Setaccio 2	25 - 40
Setaccio 0.4	11 - 22
Setaccio 0.18	8 - 15
Setaccio 0.075	6 - 10

SERIE CRIVELLI E SETACCI (Serie UNI-EN 13043)	PASSANTE IN PESO (%)
Crivello 16	100
Crivello 11.2	73 - 100
Crivello 8	52 - 81
Crivello 4	37 - 56
Setaccio 2	25 - 40
Setaccio 1	17 - 32
Setaccio 0.5	12 - 24
Setaccio 0.25	9 - 18
Setaccio 0.125	7 - 13
Setaccio 0.063	6 - 10

**Il tenore di bitume** dovrà essere compreso tra il **5.2 - 5.8%** in peso, riferito al peso totale degli aggregati e la percentuale ottimale dovrà essere determinata attraverso studio Marshall delle miscele.

Il coefficiente di riempimento con bitume dei vuoti intergranulari della miscela addensata non dovrà superare **l'80%**; il contenuto di bitume della miscela dovrà comunque essere il minimo che consenta il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e compattezza prescritti.

Il conglomerato dovrà avere i requisiti di seguito descritti:

- **stabilità Marshall**, secondo la Norma UNI-EN 12697/2000, determinata su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare compresa tra **12.0 - 16.0KN**.

A seguito di immersione in acqua demineralizzata, per 7 giorni a 25°C, secondo le indicazioni della Norma CNR B.U. n. 149/1992, la Stabilità Marshall del conglomerato bituminoso non dovrà subire riduzioni superiori al **20%**;

- **rigidezza Marshall**, dato dal rapporto fra Stabilità e Scorrimento determinati nel corso della medesima prova, dovrà essere compresa tra **3.0 - 5.0KN/mm**;
- **percentuale di vuoti** residui sui provini Marshall dovrà essere compresa tra **3.0 - 6.0%**.
- **resistenza a trazione indiretta** a 25°C, secondo la Norma CNR B.U. n. 134/1991, dovrà essere **non inferiore a 0.6 N/mm<sup>2</sup>**.

Le misure di stabilità, rigidezza e porosità saranno eseguite sui provini confezionati con il conglomerato bituminoso utilizzato per la realizzazione della pavimentazione.

#### **11.2.2 Studio della miscela in laboratorio**

Al fine di determinare la migliore formulazione dell'impasto per la realizzazione dello strato di base, l'Appaltatore dovrà presentare alla D.L., con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni, uno studio di fattibilità e di ottimizzazione, mediante il quale definire i componenti della miscela, le relative caratteristiche fisico-meccaniche ed i dosaggi necessari per la produzione di un conglomerato bituminoso in grado di soddisfare ai requisiti di accettazione previsti dal presente Capitolato.

Gli esiti e le conclusioni dell'indagine preliminare (mix-design) dovranno essere opportunamente documentati con tutti i certificati relativi alle prove di laboratorio effettuate, sia sui materiali componenti che sul conglomerato da utilizzare in fase di stesa.

Lo studio di fattibilità e di ottimizzazione sui singoli componenti del conglomerato bituminoso, nonché sul prodotto finale, dovrà concernere la scelta del legante e degli aggregati lapidei nelle varie pezzature. Dovranno essere indicati:

- tipo, qualità e dosaggio del bitume;
- natura e provenienza dell'inerte;
- la curva granulometrica (UNI-EN 933-1/1999), la massa volumica apparente dei granuli (UNI-EN 1097- 6/2002) e tutte le caratteristiche fisiche e meccaniche indicate dal Capitolato fra i requisiti di accettazione, per ciascuna frazione e per la miscela di aggregati che si intende impiegare;

Il dosaggio di legante con cui confezionare il conglomerato sarà preliminarmente determinato in laboratorio, per via sperimentale, mediante prova Marshall, da realizzare secondo le modalità sopra descritte. Saranno misurati i parametri di stabilità, scorrimento, rigidezza e porosità, in base ai quali sarà giustificata la formulazione ottimale della miscela.



La Direzione Lavori si riserva, in ogni caso, di approvare i risultati prodotti dall'Impresa o di fare studiare diverse formulazioni dell'impasto.

L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Appaltatore relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

Una volta accettato dalla Direzione Lavori lo studio della miscela proposta, l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente. Saranno tollerati scostamenti, rispetto allo studio di formulazione, pari a:

- $\pm 5\%$  sull'aggregato grosso;
- $\pm 2\%$  sull'aggregato fine;
- $\pm 1.5\%$  sulla quantità di filler;
- $\pm 0.25\%$  sulla quantità di bitume.

### **11.2.3 Formazione e confezione della miscela**

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi automatizzati di tipo discontinuo, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti ed efficienti 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.

Il dosaggio dei componenti della miscela dovrà essere eseguito a peso, mediante idonea apparecchiatura la cui efficienza dovrà essere costantemente controllata.

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

La zona destinata all'ammannimento degli inerti sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre, i cumuli delle diverse classi di inerte dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori dovrà eseguirsi con la massima cura. Si farà uso di almeno 4 classi di aggregati con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate.

La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità per garantire il perfetto essiccamento dell'aggregato e l'uniforme riscaldamento della miscela.

Una perfetta vagliatura dovrà assicurare una idonea riclassificazione delle singole classi di inerte.

**Resta pertanto escluso l'uso di impianto a scarico diretto.**

Il tempo di mescolazione effettivo sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto e dell'effettiva temperatura raggiunta dai componenti la miscela, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante; comunque esso non dovrà mai scendere al di sotto dei 25-30 secondi. La temperatura degli aggregati all'atto della mescolazione dovrà essere compresa tra 160 e 180°C, quella del legante tra 150 e 180°C, salvo diverse disposizioni della D.L. in rapporto al tipo di bitume impiegato. Per la verifica delle suddette temperature, gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti dovranno essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non dovrà di norma superare lo 0.5%.

**11.2.4 Controllo dei requisiti di accettazione dei materiali**

Alla formulazione definita a seguito di studio sperimentale e approvata dalla Direzione Lavori l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente in fase di esecuzione dei lavori, comprovandone l'osservanza con esami giornalieri. Allo scopo, in corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni nonché in fasi successive la Direzione Lavori effettuerà, a sua discrezione, tutte le verifiche, prove e controlli, atti ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni contrattuali, presso Laboratorio qualificato e di propria insindacabile fiducia.

**11.2.5 Controllo dei requisiti ed accettazione delle lavorazioni**

**11.2.5.1 Strato di collegamento (binder)**

Lo strato di collegamento (binder), al termine della compattazione, dovrà avere una densità, uniforme in tutto lo spessore, non inferiore al 97% di quella Marshall dello stesso giorno, rilevata all'impianto o alla stesa.

Inoltre dovrà essere verificato il contenuto di vuoti residui in opera (secondo Norma CNR B.U. n. 39/1973), che dovrà risultare compreso fra 4.0 e 7.0%.

La valutazione del peso di volume sarà eseguita secondo la Norma CNR B.U. n. 40/1973, su carote di 10cm di diametro, prelevate in numero significativo per la caratterizzazione dei materiali messi in opera. Il valore risulterà dalla media di due

prove. Particolare cura dovrà essere nel riempimento delle cavità rimaste negli strati superficiali dopo il prelievo delle carote.

#### **11.2.5.2 Strato di usura**

Lo strato di usura dovrà, inoltre, soddisfare le seguenti prescrizioni:

- la densità, uniforme in tutto lo spessore, non dovrà essere inferiore al 97% di quella Marshall dello stesso giorno, rilevata all'impianto o alla stesa;
- il contenuto di vuoti residui, in opera (secondo Norma CNR B.U. n. 39/1973), dovrà essere compreso tra 2.0 e 5.0%;
- il conglomerato bituminoso dovrà avere una tessitura superficiale tale da non risultare scivoloso. Le caratteristiche di antisdrucchiolevezza rilevate mediante rugosimetro portatile a pendolo (TRRL British Portable Skid Resistance Tester), secondo la Norma CNR B.U. n. 105/1985, dovranno essere espresse da un BPN superiore a 60. Per valori di BPN inferiori a 60 dovrà essere rilevato il Coefficiente di Aderenza Trasversale (CAT) mediante apparecchio S.C.R.I.M. (Sideway force Coefficient Routine Investigation Machine), secondo Norma CNR B.U. n. 147/1992, il quale sarà considerato:
  - buono, per valori non inferiori a 0.60;
  - soddisfacente, per valori compresi tra 0.45 e 0.60;
  - discreto (non accettabile), per valori compresi tra 0.35 e 0.45;
  - mediocre (non accettabile) per valori inferiori a 0.35;
- la macrotessitura superficiale dello strato, espressa in termini di altezza di sabbia (HS), ai sensi della Norma UNI-EN 13036-1/2002, dovrà essere media, ovvero maggiore di 0.4mm;
- il conglomerato bituminoso, in opera, deve avere una superficie regolare;
- l'International Roughness Index (IRI) misurato su tratti più lunghi della stessa strada dovrà risultare  $IRI_{medio}/km \leq 1.2mm/m$  (deviazione standard non superiore a 0.4mm/m).

Le misure di BPN, HS, CAT e IRI dovranno essere, di norma, effettuate non prima del 60° giorno di apertura della strada al traffico né dopo il 180° giorno. I rilievi potranno essere effettuati (fatta eccezione per l'IRI) su qualsiasi tratto stradale; nei tratti esclusi dalle misure, la Direzione Lavori potrà disporre la realizzazione di quei rilievi che riterrà necessari in relazione allo stato della pavimentazione e alle carenze funzionali individuabili visivamente.

**La superficie degli strati di collegamento e di usura in conglomerato bituminoso, a seguito di costipamento, dovrà presentarsi priva di irregolarità, ondulazioni e segregazione degli elementi di diverse dimensioni.** La regolarità superficiale sarà anche verificata con un'asta rettilinea lunga 4.0m che, posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato, dovrà aderirvi uniformemente. Saranno tollerati scostamenti occasionali e contenuti nel limite di 4mm. Il tutto nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto.

**Non saranno consentiti scostamenti per lo spessore dello strato finito.** Saranno previste tolleranze, in più o in meno, fino al 10% dello spessore totale, a condizione che il massimo scostamento si presenti solo saltuariamente.

### **11.3 TRATTAMENTI DI RIPRISTINO DELL'ADERENZA**

#### **11.3.1 Microtappeto a freddo tipo "slurry seal"**

Il microtappeto a freddo tipo "slurry seal" consiste nell'applicazione di un sottile strato di malta bituminosa, costituita da un impasto di emulsione bituminosa modificata, inerti fini ben graduati, acqua, filler ed additivi che mescolati in proporzioni adeguate permettono di ottenere una miscela fluida, omogenea e cremosa che, una volta eliminata l'acqua, si trasforma in un microagglomerato a freddo, usato per trattamenti superficiali di irruvidimento ed impermeabilizzazione di pavimentazioni stradali.

La miscelazione e la stesa sono effettuate con apposita macchina semovente ed il trattamento, che normalmente non richiede rullatura, consente l'apertura della strada al traffico quasi immediatamente.

##### **11.3.1.1 Materiali inerti**

Gli inerti, costituiti da una miscela di graniglia, sabbia e filler, con granulometria ben graduata e continua, devono soddisfare particolari requisiti di pulizia, poliedricità, resistenza meccanica all'abrasione ed al levigamento.

Per l'aggregato grosso dovranno essere impiegati esclusivamente inerti frantumati di cava, con perdita di peso minore del 18% alla prova Los Angeles, eseguita sulle singole pezzature (UNI-EN 1097-2/1999); inoltre il coefficiente di levigabilità accelerata (C.L.A.) determinato su tali pezzature, dovrà essere uguale o maggiore di 0,48.

L'aggregato fine sarà composto da sabbia di frantumazione, ed eventualmente, da sabbia naturale di fiume. La percentuale delle sabbie provenienti da frantumazione non dovrà comunque essere inferiore all'85% della miscela delle sabbie.

In ogni caso la qualità delle rocce e degli elementi litoidi di fiume da cui è ricavata per frantumazione la sabbia dovrà avere, alla prova Los Angeles (UNI-EN 1097-2/1999) eseguita sul granulato della stessa provenienza, la perdita in peso non superiore al 25%.

L'equivalente in sabbia determinato dalla sabbia o sulla miscela delle due, dovrà essere maggiore o uguale al 80% UNI-EN 933-8/2000.

#### **11.3.1.2 Additivi**

Gli additivi (filler) provenienti dalle sabbie descritte precedentemente, potranno essere integrati con filler di apporto (normalmente cemento Portland 325).

#### **11.3.1.3 Acqua**

L'acqua utilizzata nella preparazione dei microtappeti dovrà essere dolce, limpida, non inquinata da materie organiche o comunque dannose e rispondere ai requisiti stabiliti sopra esposti.

Essa andrà dosata diligentemente (né troppa né troppo poca) allo scopo di svolgere il ruolo di lubrificante fra gli inerti e facilitare la corretta distribuzione dell'emulsione.

#### **11.3.1.4 Legante**

Il legante bituminoso sarà costituito da emulsione bituminosa diretta a base di bitume puro 80/100 con un contenuto di legante residuo del 60%, elastica a rottura controllata, modificata con lattice di gomma sintetica in fase continua.

Il legante dovrà possedere le seguenti caratteristiche:

PROVA	U.M.	VALORI	NORMA DI RIFERIMENTO
Penetrazione a 25°C	dmm	50 - 70	CNR 24/71
Punto di rammollimento P - A	°C	55 - 65	CNR 35/73
Punto di rottura Fraass	°C	≤ -15	CNR 43/72
Viscosità dinamica 80°C	Pa·s	80 - 130	Pr EN 13702-2

#### **11.3.1.5 Miscela**

Le miscele dovranno avere una composizione granulometrica nei fusi di seguito elencati in funzione dello spessore finale richiesto:

SERIE CRIVELLI E SETACCI (UNI 2332)	PASSANTE IN PESO		
	9 mm	6 mm	4 mm
Crivello 15	100	-	-
Crivello 10	85 - 100	100	100
Crivello 5	60 - 85	70 - 90	85 - 100
Setaccio 2	36 - 55	39 - 63	58 - 83
Setaccio 0.4	14 - 28	14 - 28	22 - 36
Setaccio 0.18	8 - 19	8 - 19	11 - 22
Setaccio 0.075	4 - 8	5 - 15	5 - 15

SERIE CRIVELLI E SETACCI (UNI-EN 13043)	PASSANTE IN PESO		
	9 mm	6 mm	4 mm
Crivello 16	100		
Crivello 11.2	90 - 100	100	
Crivello 8	75 - 96	90 - 100	100
Crivello 4	53 - 79	60 - 85	78 - 100
Setaccio 2	36 - 55	39 - 63	58 - 83
Setaccio 1	23 - 40	23 - 43	41 - 62
Setaccio 0.5	16 - 30	16 - 30	25 - 40
Setaccio 0.25	10 - 22	10 - 21	15 - 26
Setaccio 0.125	6 - 15	6 - 17	7 - 19
Setaccio 0.063	3 - 7	4 - 14	4 - 14

Miscele con spessori finali diversi dovranno essere concordate di volta in volta con la D.L.

#### 11.3.1.6 Composizione della miscela e dosaggi

La malta bituminosa dovrà avere i seguenti requisiti:

CARATTERISTICHE	U.M.	VALORI		
Spessore minimo	mm	9	6	4
Dosaggio della malta	Kg/mq	13 - 20	8 - 15	7 - 12
Pezzatura massima inerti	mm	10 - 13	7 - 8	5 - 6
Contenuto legante residuo	%	5.5 - 7.5	6.5 - 8.5	7.5 - 10.5

#### 11.3.1.7 Confezionamento e posa in opera

Il confezionamento dell'impasto sarà realizzato con un'apposita macchina impastatrice semovente, autocaricante anteriormente, a quattro ruote motrici, idonea alla confezione e stesa a freddo di conglomerati

bituminosi fluidi nonché alla spruzzatura e caldo di bitumi ed emulsioni elastomerizzati e resine solubili in veicolo acquoso.

Tale impianto dovrà essere completo di apparati di regolazione, controllo e dosaggio automatici, e costituito essenzialmente delle seguenti parti:

- tramoggia della miscela degli aggregati;
- nastro trasportatore;
- serbatoio dell'emulsione bituminosa, dell'acqua e degli additivi;
- spruzzatore dell'acqua e dell'emulsione;
- mescolatore;
- banco stenditore a carter;
- spruzzatore dell'acqua di preumidificazione.

Le operazioni di produzione stesa devono avvenire in modo continuo connesso alla velocità di avanzamento della motrice nelle seguenti fasi:

- Ingresso della miscela di aggregati e del filler nel mescolatore
- Aggiunta dell'acqua di impasto e dell'additivo
- Miscelazione ed omogeneizzazione della miscela di inerti e del suo grado di umidità
- Aggiunta dell'emulsione bituminosa
- Miscelazione ed omogeneizzazione dell'impasto
- Colamento dell'impasto nello stenditore a carter
- Distribuzione dell'impasto nello stenditore, stesa a livellamento.

Immediatamente prima di iniziare la stesa del microtappeto a freddo, si dovrà procedere alla eventuale pulizia della superficie stradale oggetto di trattamento, manualmente o con mezzi meccanici; tutti gli eventuali detriti e/o polveri dovranno essere allontanati.

La pavimentazione costituente la base di stesa dello slurry-seal non deve presentare degradazioni tali da compromettere l'efficacia dell'intervento quali ormaie, avvallamenti, fessurazioni estese. Diversamente, prima della messa in opera dello slurry-seal, si dovrà operare ad una rasatura della superficie mediante una malta bituminosa molto fine di pezzatura massima 4mm. Nel caso di fenomeni di degrado peggiori (sfondamenti, buche profonde, ecc.) si dovrà intervenire con metodi di manutenzione tradizionali quali risagome, ricariche e rappezzi con conglomerato a caldo.

In alcuni casi, a giudizio della D.L. dovrà procedersi ad un'omogenea umidificazione della superficie stradale, prima dell'inizio delle operazioni di stesa.

La produzione e la messa in opera della malta bituminosa per lo slurry-seal non devono essere effettuate:

- quando sussiste il pericolo che il prodotto finale possa gelare prima della completa maturazione;
- quando la temperatura dell'aria è inferiore a 10°C con tendenza a diminuire (ma può essere eseguito quando la temperatura dell'aria è superiore a 7°C con ad aumentare);
- durante e dopo una precipitazione atmosferica fintantoché ci siano ristagni di acqua piovana sulla superficie di posa.

La stesa dovrà essere uniforme e la velocità di avanzamento regolata secondo le quantità e gli spessori indicati dalla D.L. ed eseguita parallelamente all'asse stradale.

Non dovranno avvenire fenomeni di segregazione della miscela durante le fasi di stesa e prima dell'inizio della rottura dell'emulsione.

In particolari situazioni di zone sottoposte a forti sollecitazioni trasversali (curve, rotatorie, innesti) sarà opportuno che lo strato di malta bituminosa venga leggermente rullato prima dell'indurimento a mezzo di rulli metallici o gommati.

L'apertura al traffico dovrà essere sempre possibile al massimo entro le due ore successive alla messa in opera. Nel caso di transito anticipato e previa autorizzazione della D.LL., si potrà accelerare l'indurimento della malta mediante dispersione di cemento in polvere.

Al termine delle operazioni di stesa, il microtappeto dovrà presentare un aspetto regolare ed uniforme esente da imperfezioni (sbavature o strappi), una notevole scabrosità superficiale, una regolare distribuzione degli elementi litoidi componenti la miscela ed assolutamente nessun fenomeno di rifluimento del legante.

#### **11.3.1.8 Caratteristiche superficiali della pavimentazione**

La pavimentazione al termine dei lavori dovrà presentare un coefficiente di aderenza trasversale (C.A.T.), misurato con l'apparecchiatura SCRIM, dovrà risultare nell'arco di un anno dalla stesa non inferiore a 65.

Inoltre la tessitura geometrica intesa come macrorugosità superficiale, misurata con il sistema dell'altezza in sabbia "HS" (UNI-EN 13036-1/2002) o mediante apparecchiatura laser, secondo quanto previsto dalla Norma ISO 13473-1/1997, dovrà essere superiore a 0.8mm nello stesso arco di tempo.

#### **11.4 SIGILLATURA DI LESIONI O GIUNTI DI STRISCIATA**



Gli interventi di sigillatura per chiudere le lesioni o microlesioni presenti sulla pavimentazione longitudinalmente o trasversalmente dovranno essere effettuati tempestivamente in modo da bloccare o contenere il fenomeno di rottura appena questo si manifesta, evitando così la veloce degradazione del tappeto, soprattutto nei casi di distacco del giunto longitudinale di strisciata.

Se le lesioni sono molto diffuse la D.L. dovrà effettuare una attenta valutazione economica per stabilire l'intervento più idoneo tra quelli elencati nel seguito.

#### **11.4.1 Sigillatura delle lesioni eseguite con emulsione e sabbia**

Le sigillature eseguite con emulsione e sabbia dovranno essere realizzate con emulsione acida al 55% e sabbia umida con granulometria continua da 0 a 5mm.

Si dovrà porre particolare attenzione nell'impiego dell'emulsione il cui eccesso può provocare punti pericolosi per il traffico.

L'emulsione verrà distribuita con apposite vaschette dotate di ugello distributore o con attrezzature simili, previa soffiatura con aria compressa delle lesioni da sigillare. Seguirà lo spandimento della sabbia fino ad intasamento. Successivamente dovrà essere spazzata via la sabbia in eccesso.

Questo tipo di intervento può essere anche richiesto prima della stesa di un tappeto di rafforzamento quando il supporto presenta lesioni superficiali tali che non risulta conveniente realizzare interventi di sostituzione totale dello stesso supporto.

#### **11.4.2 Sigillatura delle lesioni della pavimentazione eseguita con bitume modificato e lancia termica**

La sigillatura delle lesioni delle pavimentazioni eseguita con bitumi modificati colati a caldo dovrà essere effettuata con particolari idonee attrezzature in grado di effettuare operazioni di pulitura delle stesse lesioni per tutta la profondità e colatura del sigillante fino alla loro completa otturazione.

Si procederà innanzitutto alla apertura delle fessure mediante clipper per una larghezza ed una profondità di almeno 2.0cm.

Con il getto di aria immesso nelle fessure per mezzo della lancia si dovrà procedere alla perfetta e profonda pulitura della lesione, alla eliminazione di eventuali tracce di umidità.

Il sigillante, costituito da bitume modificato come appresso specificato, uniformemente riscaldato alla temperatura di consistenza fluida sarà versato con

apposito dispositivo nell'interno della lesione fino alla sua completa otturazione assicurando la saturazione di eventuali microlesioni superficiali ai bordi della stessa lesione con la creazione di una striscia continua della larghezza variabile da 2.0 a 5.0cm.

CARATTERISTICHE DI VERIFICA	U.M.	VALORI
Densità a 25°C	g/cmc	1.0 - 1.04
Penetrazione a 25°C	dmm	45 - 55
Punto di rammollimento	°C	75 - 85
Punto di rottura Fraass, min.	°C	< -18
Duttilità a 25°C, min.	cm	> 100
Ritorno elastico a 25°C	%	> 95
Viscosità dinamica a 100°C	Pa x s	> 70
Viscosità dinamica a 160°C	Pa x s	0.5 - 0.8

## 12 BARRIERE DI SICUREZZA

### 12.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La progettazione, l'omologazione, la realizzazione e l'impiego delle barriere di sicurezza e degli altri dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali, sono regolati dall'attuale normativa:

- "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica" – Legge 5 novembre 1971, n. 1086;
- "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche" – Legge 2 febbraio 1974, n.64;
- "Norme tecniche per le costruzioni" – Decreto Ministero Infrastrutture del 17 gennaio 2018;
- "Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al DM 17 gennaio 2018 " – Circolare 21 gennaio 2019 n. 7 C.S.LL.PP.;
- UNI EN 1990:2006 13/04/2006 Eurocodice 0 - Criteri generali di progettazione strutturale.
- UNI EN 1991-1-1:2004 01/08/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-1: Azioni in generale - Pesi per unità di volume, pesi propri e sovraccarichi per gli edifici.
- UNI EN 1991-2:2005 01/03/2005 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-2: Carichi da traffico sui ponti.

- UNI EN 1991-1-3:2004 01/10/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-3: Azioni in generale - Carichi da neve.
- UNI EN 1991-1-4:2005 01/07/2005 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-4: Azioni in generale - Azioni del vento.
- UNI EN 1991-1-5:2004 01/10/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-5: Azioni in generale - Azioni termiche.
- UNI EN 1992-1-1:2005 24/11/2005 Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.

- UNI EN 1992-1-2:2005 01/04/2005 Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio.
- UNI EN 1993-1-1:2005 01/08/2005 Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
- UNI EN 1993-1-8:2005 01/08/2005 Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-8: Progettazione dei collegamenti.
- UNI EN 1994-1-1:2005 01/03/2005 Eurocodice 4 - Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
- UNI EN 1994-2:2006 12/01/2006 Eurocodice 4 - Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo - Parte 2: Regole generali e regole per i ponti.
- UNI EN 1997-1:2005 01/02/2005 Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica - Parte 1: Regole generali.
- UNI EN 1998-1:2005 01/03/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici.
- UNI EN 1998-3:2005 01/08/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 3: Valutazione e adeguamento degli edifici.
- UNI EN 1998-5:2005 01/01/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.
- "Raccomandazioni sui pali di fondazione", AGI, 1984.

## **12.2 CLASSIFICAZIONE DELLE BARRIERE DI SICUREZZA STRADALE**

A seconda della loro destinazione ed ubicazione, le barriere ed i dispositivi di sicurezza si dividono nei seguenti tipi:

- barriere centrali da spartitraffico;
- barriere laterali, in rilevato o scavo;
- barriere per opere d'arte, quali ponti, viadotti, sottovia, muri, etc.;

- barriere o dispositivi per punti singolari quali attenuatori d'urto, letti di arresto o simili, dispositivi per zone di approccio ad opere d'arte, per ostacoli fissi, per zone terminali e/o di interscambio e simili.

### **12.3 FINALITA' DELLE BARRIERE E DEI DISPOSITIVI**

Le barriere stradali di sicurezza e gli altri dispositivi di ritenuta stradali sono posti in opera essenzialmente al fine di realizzare accettabili condizioni di sicurezza per gli utenti della strada e per i terzi esterni, eventualmente presenti, garantendo entro certi limiti il contenimento dei veicoli che dovessero tendere alla fuoriuscita dalla carreggiata stradale.

Le barriere devono quindi essere idonee, ad assorbire parte dell'energia di cui è dotato il veicolo in movimento, limitando contemporaneamente gli effetti d'urto sui passeggeri.

### **12.4 INDIVIDUAZIONE DELLE ZONE DA PROTEGGERE**

La protezione deve riguardare almeno:

- i bordi di tutte le opere d'arte all'aperto; quali ponti, viadotti, ponticelli, sovrappassi e muri di sostegno della carreggiata, indipendentemente dalla loro estensione longitudinale e dall'altezza dal piano di campagna. La protezione dovrà estendersi opportunamente oltre lo sviluppo longitudinale strettamente corrispondente all'opera sino a raggiungere punti (prima e dopo l'opera) per i quali possa essere ragionevolmente escluso il rischio di conseguenze disastrose derivanti dalla fuoriuscita dei veicoli dalla carreggiata;
- lo spartitraffico ove presente;
- il bordo stradale nelle sezioni in rilevato. La protezione è necessaria per tutte le scarpate aventi pendenza maggiore o uguale a 2/3. Nei casi in cui la pendenza della scarpata sia inferiore a 2/3, la necessità di protezione dipende dalla combinazione della pendenza e dell'altezza della scarpata, tenendo conto delle situazioni di potenziale pericolosità a valle della scarpata (edifici da proteggere o simili);
- gli ostacoli fissi che potrebbero costituire un pericolo per gli utenti della strada in caso di urto, quali pile di ponti, rocce affioranti, opere di drenaggio non attraversabili, alberature, pali di illuminazione e supporti per segnaletica non

cedevoli, corsi d'acqua, etc. e gli oggetti che in caso di urto potrebbero comportare pericolo per i non utenti della strada, quali edifici pubblici o privati, scuole, ospedali, etc... Occorre proteggere i suddetti ostacoli ed oggetti nel caso in cui non sia possibile o conveniente la loro rimozione e si trovino ad una distanza dal ciglio esterno della carreggiata inferiore ad una opportuna distanza di sicurezza. Tale distanza varia in funzione dei seguenti parametri: velocità di progetto, volume di traffico, raggio di curvatura dell'asse stradale, pendenza della scarpata, pericolosità dell'ostacolo.

Dei valori indicativi per la distanza di sicurezza sono i seguenti:

- 3.0m per strada in rettilineo a livello di piano di campagna,  $V = 70 \text{ km/h}$ ,  $TGM = 1000v/g$ ;
- 10.0m per strada in rettilineo ed in rilevato con pendenza pari ad  $1/4$ ,  $V = 110 \text{ km/h}$ ,  $TGM = 6000v/g$ .

## **12.5 LIVELLI DI CONTENIMENTO E SEVERITA' DEGLI IMPIATTI**

Viene definito convenzionalmente, ai fini della classificazione delle barriere e degli altri dispositivi, "Livello di contenimento  $L_c$ " l'energia cinetica posseduta dal mezzo all'atto dell'impatto, calcolata con riferimento alla componente della velocità ortogonale alle barriere.

Viene poi definito convenzionalmente, ai fini della classificazione della severità degli impatti, l'indice ASI (Indice di Severità dell'Accelerazione) che misura la severità dell'urto sugli occupanti delle autovetture considerati seduti con cinture di sicurezza allacciate.

## **12.6 CONFORMITA' DELLE BARRIERE E DEI DISPOSITIVI**

Ai fini della produzione ed accettazione delle barriere di sicurezza ed altri dispositivi, i loro materiali componenti dovranno avere le caratteristiche costitutive descritte nella documentazione presentata per l'omologazione; i supporti parimenti dovranno essere conformi a quanto previsto nella predetta documentazione e riportato sul certificato di omologazione.

Tutte le barriere, sia del tipo prefabbricato prodotto fuori opera od in stabilimento, sia del tipo costruito in opera, dovranno essere realizzate con le stesse caratteristiche di cui sopra, risultanti da una dichiarazione di conformità di produzione che nel caso di

barriera con componentistica di più origini, dovrà riguardare ogni singolo componente strutturale.

Tale dichiarazione dovrà essere emessa dalla Ditta produttrice e sottoscritta dal suo Direttore Tecnico a garanzia della rispondenza del prodotto ai requisiti di cui al "Certificato di omologazione".

L'attrezzatura posta in opera inoltre dovrà essere identificabile con il nome del produttore e la sigla di omologazione (tipo e numero progressivo).

Dovrà inoltre essere resa una dichiarazione di conformità di installazione nella quale il Direttore Tecnico dell'Appaltatore installatrice garantirà la rispondenza dell'eseguito alle prescrizioni tecniche descritte nel "Certificato di omologazione".

Queste dichiarazioni dovranno essere associate, a seconda dei casi, alle altre attestazioni, previste dalla normativa vigente in termini di controllo di qualità ed altro.

## **12.7 CLASSIFICAZIONE DELLE BARRIERE E DEI DISPOSITIVI DI RITENUTA SPECIALI**

Tutte le barriere ed i dispositivi di ritenuta ed attenuazione di tutte le classi devono corrispondere ad un indice ASI minore o uguale ad 1 ottenuto con una autovettura, secondo le prescrizioni tecniche che seguono. È ammesso un indice ASI fino a 1.4 per le barriere ed i dispositivi destinati a punti particolarmente pericolosi nei quali il contenimento del veicolo in svio diviene un fattore essenziale ai fini della sicurezza.

**Le barriere** si classificano, in relazione al livello di contenimento definito in precedenza con tolleranza in meno pari al -5% e tolleranza in più correlata a quella ammissibile per i parametri di prova; si dovrà specificare anche la larghezza utile per la deformazione trasversale (di cui alle procedure di misurazione delle prove).

Si avrà:

- CLASSE N1 – Contenimento minimo  $L_c = 44 \text{ kJ}$
- CLASSE N2 – Contenimento medio  $L_c = 82 \text{ kJ}$
- CLASSE H1 – Contenimento normale  $L_c = 127 \text{ kJ}$
- CLASSE H2 – Contenimento elevato  $L_c = 288 \text{ kJ}$
- CLASSE H3 – Contenimento elevatissimo  $L_c = 463 \text{ kJ}$
- CLASSE H4 – Contenimento per tratti ad altissimo rischio  $L_c = 572 \text{ kJ}$

Le barriere impiegate per punti singolari, quali zone di approccio ad opere d'arte e terminali di barriere o simili, non sono sempre classificabili in base a livello di

contenimento specifico ed il loro impiego sarà curato dal tecnico progettista o dal Direttore Lavori.

I terminali sono definiti come gli elementi finali di una barriera di sicurezza corrente. La loro origine, per quanto possibile, non deve essere esposta al traffico, e la loro costruzione deve rappresentare una transizione con contenimento graduale dei veicoli, da zero, all'origine, fino alle prestazioni complete, nel punto in cui si uniscono alla barriera.

**Gli attenuatori d'urto** hanno lo scopo di ridurre, quando necessario, la severità dell'urto di un'autovettura contro gli ostacoli, compreso anche l'inizio delle barriere.

Per essi sono definite due classi di contenimento TC1 e TC2 sempre con le stesse tolleranze menzionate precedentemente.

- Classe TC1 – Attenuatori che ammettono un livello di contenimento  $L_c = 320$  kJ.
- Classe TC2 – Attenuatori che ammettono un livello di contenimento  $L_c = 500$  kJ.
- Nell'ambito di queste classi, un'ulteriore suddivisione è rappresentata dal comportamento del dispositivo nel caso di urto angolato rispetto alla linea di mezzzeria del dispositivo stesso:
- Attenuatori Redirettivi (R) – contengono e ridirigono i veicoli urtati;
- Attenuatori Non Redirettivi (NR) – contengono, ma non ridirigono i veicoli urtati.

## 12.8 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI *Qualità dei materiali*

- **Caratteristiche dell'acciaio.** L'acciaio impiegato per le barriere ed i parapetti dovrà essere esente da difetti come bolle di fusione e scalfitture e di tipo extra, per qualità, spessori e finiture. La qualità deve essere di tipo UNI EN 10025 – S275 JR (ex Fe 430 B UNI 7070), ad eccezione dei nastri a tre onde che dovranno essere costruiti con acciaio di qualità UNI EN 10025 – S235 JR (ex Fe 360 B UNI 7070). L'acciaio impiegato per la costruzione degli elementi metallici dovrà avere inoltre attitudine alla zincatura, secondo quanto previsto dalle Norme NF A 35–303/1994 – Classe 1.
- **Tolleranze dimensionali.** Nella costruzione dei profilati di acciaio formati a freddo si dovranno rispettare le prescrizioni e tolleranze previste dalle norme UNI 7344/85. Per le tolleranze di spessore, la Stazione Appaltante riterrà validi i valori riportati nella tabella seguente:



SPESSORE NOMINALE DEI MANUFATTI	TEOLLERANZE ACCETTABILI (mm)
Fino a 3.50	-0.05
3.50 □ 7.00	-0.10
Oltre 7.00	-.015

- **Unioni bullonate.** La bulloneria impiegata dovrà essere della classe 8.8 UNI 3740.
- **Unioni saldate.** I collegamenti tra elementi metallici da effettuarsi mediante saldatura dovranno essere del tipo a penetrazione ed effettuati nel rispetto dell'articolo 2.5 delle norme CNR UNI 10011/88.

In particolare l'Appaltatore, qualora non espressamente descritto nei disegni di progetto, dovrà rispettare le Norme sopra richiamate, tenendo presente di volta in volta, le caratteristiche generali e particolari delle saldature stesse, ivi compresi, qualità e spessori dei materiali, procedimenti, tipi di giunto e classi di saldatura.

- **Caratteristiche della rete e dei fili metallici.** La rete sarà realizzata con fili di acciaio crudo UNI 3598/54, con resistenza minima unitaria di rottura di 55kg/mm<sup>2</sup> mentre i fili di legatura in acciaio dolce sempre del tipo UNI 3598/54.

La rete e i fili saranno zincati a caldo secondo le caratteristiche della classe P (zincatura pesante) delle Norme UNI 7245/73. In particolare la quantità minima accettabile della massa di zinco dovrà essere di 230gr/m<sup>2</sup>.

Il rivestimento protettivo della rete e dei fili sarà costituito da zinco di qualità Zn 99.95 UNI 2013/74, oppure da una lega eutettica di zinco ed alluminio.

In questo caso la percentuale di alluminio presente nella lega non dovrà superare il 5%.

- **Zincatura.** Il rivestimento delle superfici dei profilati a freddo sarà ottenuto con zincatura a bagno caldo il quale dovrà presentarsi uniforme, perfettamente aderente, senza macchie, secondo le norme CNR-CEI n°7-6 /1968. Lo zinco impiegato per i rivestimenti dovrà essere di qualità Zn 99.95 UNI 2013/74.

Le quantità minime di rivestimento di zinco per unità di superficie sono riportate nella tabella seguente.

CLASSE	DESCRIZIONE DEI MATERIALI (mm nominali)	MESSA MINIMA DI ZINCO (g/m <sup>2</sup> )		SPESSORE DI ZINCO PER UNITA' DI SUPERFICIE (μm)	
		Media sui campioni esaminati	Minima su campione singolo	Media sui campioni esaminati	Minima su campione singolo
B	Nastri e lamiere anche precedentemente saldati e oggetti in acciaio con spessore maggiore o uguale a 3.00mm	600	550	86	78

C	Nastri e lamiere anche precedentemente saldati e oggetti in acciaio con spessore inferiore a 3.00mm	400	350	57	50
D	Minuteria metallica, come ganci, viti, dadi, rondelle, piastrine, tirafondi e bulloneria in genere	400	350	57	50

### ***Prove sui materiali.***

- **Prove relative alle caratteristiche dell'acciaio e bulloneria.** La qualità dell'acciaio sarà verificata con le prove previste dalle Norme UNI EN 10025. Il controllo degli spessori, dimensioni e prescrizioni sarà fatto misurando i materiali in più punti e sarà ritenuto positivo se tutte le misure rientreranno nei limiti delle prescrizioni e tolleranze richiesti.

La classe della bulloneria sarà controllata con le prove previste dalle Norme UNI 3740, mentre la Direzione Lavori provvederà a verificare in contraddittorio con un rappresentante dell'Appaltatore il serraggio dei dadi con chiave dinamometria tarata a 10daNm.

Le caratteristiche delle unioni saldate saranno controllate in conformità alle Norme previste dal Decreto M.LL.PP. del 14/02/1992. In particolare verrà effettuato preventivamente un controllo visivo in cantiere da parte dei responsabili della Direzione Lavori, mirato ad individuare eventuali presenze di anomalie sui cordoni, come porosità, inclusioni o cricche.

In questo caso il materiale dovrà essere sostituito con altro rispondente a quanto richiesto.

Sarà inoltre effettuata una verifica in laboratorio, che prevede il controllo manuale mediante ultrasuoni secondo le Norme UNI 8387/84, oppure un controllo mediante liquidi penetranti secondo le Norme UNI 7679/77.

- **Prove relative alle caratteristiche dei rivestimenti anticorrosivi.** Le caratteristiche del rivestimento di zinco dei profilati a freddo saranno verificate con le prove previste dalle Norme CNR – CEI n.7–6/VII 1968 descritte di seguito:
  - Determinazione della qualità dello zinco mediante analisi chimica;
  - Determinazione della massa dello strato di zinco (concordante con le Norme UNI 5741–5742/66);
  - Determinazione dello spessore dello strato di zinco (concordante con le Norme UNI 5741–5742/66);

- Determinazione della uniformità di spessore del rivestimento di zinco (concordante con le Norme UNI 5743/66);
- Determinazione della aderenza dello strato di zinco.

La rete sarà sottoposta alla prova di sollecitazione corrosiva di 28 cicli in clima variabile di acqua condensa con atmosfera contenente anidride solforosa, secondo le Norme UNI EN ISO 6988 oppure DIN 50018 SFW 1.0S (un litro di SO<sub>2</sub> per un volume totale della camera di 300 lt, corrispondente ad una concentrazione dello 0.33%).

I relativi provini verranno deposti nell'apparecchio di "Kesternich" per la durata massima di 28 cicli.

Ogni ciclo avrà la durata di 24 ore, suddiviso in due parti: nella prima parte, della durata di 8 ore, i campioni verranno sottoposti alla sollecitazione dell'agente corrosivo composto da H<sub>2</sub>O + SO<sub>2</sub>; nella seconda parte i campioni saranno tenuti a riposo e sottoposti ad aerazione.

Il materiale sarà ritenuto accettabile qualora al termine della prova della durata di 28 cicli i campioni non abbiano subito alcuna entità di ossidazione aderente e/o permanente.

### ***Accettazione dei materiali***

L'accettazione di tutti i materiali sarà regolata dalle norme descritte nel precedente articolo "Qualità dei materiali – Prove".

L'Appaltatore dovrà ottemperare a quanto previsto nella Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n° 2357/96 e successivi aggiornamenti.

In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione dei Lavori; ciò stante l'Appaltatore resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto può dipendere dalla qualità dei materiali stessi.

Per ogni partita di materiale impiegato, l'Appaltatore dovrà presentare un attestato di qualità dell'acciaio rilasciato dalla ferriera di provenienza e sottoscritto dal legale rappresentante dell'Appaltatore.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di svolgere ispezioni in officina per constatare la rispondenza dei materiali impiegati alle attestazioni nonché la regolarità delle lavorazioni.

La qualità dei materiali verrà verificata tutte le volte che la Direzione Lavori lo riterrà opportuno, almeno una volta nel corso dell'appalto.

Di norma le campionature verranno eseguite con la cadenza descritta di seguito tenendo conto che ogni prelievo sarà composto da un campione di ciascuno dei componenti di barriera o di protezione, prelevati in contraddittorio con un rappresentante dell'Appaltatore.

Per partite di quantità inferiore ai minimi sottoriportati, in assenza di specifiche indicazioni progettuali, le campionature verranno eseguite a discrezione della Direzione Lavori.

- Prove relative alle resistenze e tolleranze dell'acciaio e della bulloneria per:
  - Barriere di sicurezza: un prelievo per ogni 1.000m di impianto;
  - Protezione su opere d'arte: un prelievo per ogni 500m di impianto.
- Prove relative alle caratteristiche dei rivestimenti anticorrosivi (zincatura) per:
  - Barriere di sicurezza: un prelievo per ogni 500m di impianto;
  - Protezione su opere d'arte: un prelievo per ogni 500m di impianto;

Le campionature dovranno essere inviate, a cura e spese dell'Appaltatore, al laboratorio autorizzato indicato dalla Stazione Appaltante.

Per irregolarità relative alla qualità dell'acciaio, spessori e dimensioni dei materiali e quanto altro possa concorrere anche in modo parziale a compromettere la resistenza strutturale degli impianti, l'Appaltatore sarà tenuta a sostituire, a sue spese, i materiali in difetto con altri che corrispondano alle caratteristiche richieste.

Per irregolarità relative alle caratteristiche delle protezioni anticorrosive dei materiali metallici, che comunque non concorra a compromettere la resistenza degli impianti, si procederà all'applicazione delle penali di cui alla tabella seguente.

<b>VARIAZIONE PERCENTUALE DI QUANTITA' O QUALITA' ANTICORROSIVA</b>	<b>SANZIONE PERCENTUALE DA APPLICARSI SUL PREZZO NON A NORMA</b>
Fino al 10% in meno	10%
Dal 10% al 20% in meno	15%
Oltre il 20% in meno	Sostituzione dei materiali in difetto

I materiali rifiutati dovranno essere immediatamente allontanati dal cantiere a cura e spese dell'Appaltatore.

## **12.9 DEMOLIZIONI DI BARRIERE ESISTENTI**

Lo smontaggio degli elementi di barriera esistente dovrà essere effettuato con cura senza causare rotture o danni; eventuali danni o perdite saranno imputate all'Appaltatore.

Nel caso di lavorazioni su strade in esercizio, alla rimozione dovrà seguire prontamente il montaggio delle nuove barriere in modo da non lasciare tratti di strada senza protezione.

Il materiale metallico rimosso rimane di proprietà della Stazione Appaltante e dovrà essere trasportato ed accatastato presso i depositi indicati dalla Stazione Appaltante, oppure ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori portati a discarica, sempre a cura e spese dell'Appaltatore.

Sono inoltre stabilite le seguenti prescrizioni per le diverse tipologie di impianto esistente da rimuovere:

- barriere su rilevato:
  - le banchine in terra e le cunette in calcestruzzo, sede dei montanti estratti, dovranno essere perfettamente ripristinate ed ogni detrito o materiale di scarto trasportato a rifiuto a cura e spese dell'Appaltatore;
- barriere su opere d'arte:
  - è espressamente compreso ogni onere per la demolizione senza alcun pregiudizio della struttura esistente e tutti gli oneri eventualmente derivanti per il ripristino dell'opera d'arte;
  - gli elementi metallici inghisati e/o annegati nella struttura dell'opera d'arte posti in posizioni non interferenti con impianti di nuova formazione dovranno essere tagliati, con tecniche appropriate, a filo dell'estradosso della struttura stessa, al fine di non creare situazioni di potenziale pericolo.

## **12.10 NUOVI IMPIANTI SU RILEVATO**

La barriera sarà posizionata in modo che il filo dell'onda superiore del nastro cada entro il margine della pavimentazione stradale.

La faccia del nastro sarà inclinata di 5° per la barriera a tripla onda e di 8° per la barriera a due onde rispetto alla verticale, cosicché le onde inferiori risulteranno arretrate rispetto all'onda superiore.

I nastri saranno collegati fra di loro ed ai sostegni mediante bulloni con esclusione di saldature; il collegamento tra i nastri sarà fatto tenendo conto del senso di marcia in maniera che ogni elemento sia sovrapposto al successivo per evitare risalti contro la direzione del traffico.

Il serraggio dei bulloni potrà avvenire anche con chiave pneumatica, purché sia assicurata una coppia finale di almeno 10daNm da verificare con chiave dinamometrica su un proporzionato numero di bulloni.

Sul bordo superiore dei nastri saranno applicati gli elementi rifrangenti segnalimita conformi alla normativa vigente. I sostegni saranno infissi con idonea attrezzatura vibrante o a percussione fino alla profondità necessaria per il rispetto della quota stabilita, avendo cura di non deformare la testa del sostegno ed ottenere l'assoluta verticalità finale, facendo in modo che le alette del sostegno siano posizionate in senso contrario a quello del traffico.

Quando per la presenza di trovanti o eccessiva consistenza del terreno non risulti possibile l'infissione, sarà ammesso il taglio della parte eccedente del sostegno e la formazione in sito del nuovo foro di collegamento, sempreché la parte infissa risulti superiore a 50cm.

Qualora il rifiuto interessi più sostegni contigui fino a un massimo di sei, l'Appaltatore è tenuta a sospendere l'infissione e avvertire tempestivamente la Direzione Lavori perché questa possa assumere le decisioni circa i criteri di ancoraggio da adottare.

Generalmente si ricorrerà alla formazione di un basamento longitudinale di sezione opportuna in calcestruzzo di cemento armato nel quale saranno annegati i sostegni.

Le cavità eventualmente formatisi alla base dei sostegni dopo l'infissione, a seconda della natura della sede, dovranno essere intasate con materiale inerte costipato o chiuse con malta di cemento.

In caso di carenza di vincolo od altre particolari situazioni, la Direzione Lavori potrà richiedere l'adozione di adeguate opere di rinforzo.

Lungo il tracciato della barriera possono trovarsi sottoservizi, per cui l'Appaltatore è tenuto a chiedere agli enti interessati, in accordo con la Direzione Lavori le necessarie indicazioni per la loro individuazione ed operare con le dovute cautele.

In ogni caso eventuali danni arrecati agli impianti predetti ed eventuali oneri per l'individuazione dei cavi stessi sono totalmente a carico dell'Appaltatore restando la Stazione Appaltante sollevata da ogni responsabilità ed onere conseguente.

Sono a carico dell'Appaltatore le eventuali riprese di allineamento e rimessa in quota delle barriere per il periodo sino al collaudo ancorché ciò dipenda da limitati cedimenti della sede stradale e la ripresa possa essere eseguita operando sulle tolleranze dei fori di collegamento.

L'Appaltatore è comunque tenuto a sua cura e spese al completo rifacimento degli impianti o parte di essi se questi non sono stati eseguiti secondo le norme sopraelencate.

Per quanto concerne il montaggio, l'Appaltatore sarà tenuto a sua cura e spese al completo rifacimento degli impianti o di parte di essi se questi non dovessero essere stati eseguiti secondo la corretta e regolare esecuzione.

#### **12.11 NUOVI IMPIANTI SU OPERE D'ARTE**

Le operazioni dovranno svolgersi con inizio dalla fine dell'opera d'arte stessa rispetto alla direzione del traffico.

La barriera sarà posizionata in modo che il filo dell'onda superiore del nastro, o della trave di collegamento, cada entro il margine della pavimentazione stradale.

Nel caso di nastro superiore ad onda, la faccia del nastro stesso sarà inclinata di 8° rispetto alla verticale, cosicché le onde inferiori risulteranno arretrate rispetto all'onda superiore.

I nastri saranno collegati fra di loro ed ai sostegni mediante bulloni con esclusione di saldature; il collegamento tra i nastri sarà fatto tenendo conto del senso di marcia in maniera che ogni elemento sia sovrapposto al successivo per evitare risalti contro la direzione del traffico.

Il serraggio dei bulloni potrà avvenire anche con chiave pneumatica, purché sia assicurata una coppia finale di almeno 10daNm da verificare con chiave dinamometrica su un proporzionato numero di bulloni.

Sul bordo superiore dei nastri saranno applicati gli elementi rifrangenti segnalimite conformi alla normativa vigente.

La sequenza di posa degli elementi costituenti la barriera su opera d'arte è indicativamente la seguente:

- predisposizione nel conglomerato cementizio dei fori di posizione e dimensione corrispondenti a quelli indicati nei disegni costruttivi della barriera e facenti riferimento alla struttura omologata;
- introduzione nei perfori realizzati di tirafondi di caratteristiche e dimensioni corrispondenti a quelli indicati nei disegni costruttivi della barriera e facenti riferimento alla struttura omologata;
- le barre dovranno essere filettate in testa e zincate con procedure e grado di protezione analoghi a quelli stabiliti per i montanti della barriera;
- le modalità di controllo faranno espressamente riferimento a quanto stabilito nelle presenti Norme in materia;
- inghisaggio nei perfori dei tirafondi mediante prodotto ancorante di caratteristiche fisico-meccaniche corrispondenti a quelli indicate nei disegni costruttivi della barriera e facenti riferimento alla struttura omologata;
- posizionamento sull'estradosso della struttura, in corrispondenza dei punti di appoggio delle piastre degli elementi di sostegno, di riquadri in gomma espansa EPDM (Etilene Propilene Diene) a cellule chiuse tipo E75-2 di colore nero, di dimensioni pari a quelle della piastra con fori predisposti in corrispondenza dei tirafondi;
- posizionamento degli elementi di barriera, secondo le modalità indicate nei disegni costruttivi e facenti riferimento alla struttura omologata, con opportuni spessoramenti compensatori di quota al fine di aver un buon allineamento dei nastri e degli eventuali parapetti.

Nel caso in cui il progetto preveda espressamente l'inserimento dei tirafondi nell'opera d'arte preventivamente all'esecuzione dei getti, gli elaborati progettuali definiranno in maniera univoca le modalità esecutive per la predisposizione di tali tirafondi che dovranno comunque essere zincati, come indicato sopra, e rispondenti



a quanto stabilito nei disegni costruttivi della barriera e facente riferimento alla struttura omologata.

### ***Posa in corrispondenza dei giunti di dilatazione***

In corrispondenza dei giunti di dilatazione di impalcato, gli elementi di barriera prossimi al giunto non dovranno essere accostati ma distanziati di 8 cm per consentire le dilatazioni dell'impalcato stesso.

Di conseguenza i collegamenti tra i due elementi saranno realizzati con pezzi speciali che, pur mantenendo le stesse resistenze di quelli correnti, permetteranno spostamenti relativi tra le due barriere collegate.

In ogni caso non sarà ammessa la sovrapposizione di parte dell'elemento prefabbricato sul cordolo della campata successiva, salvo specifica previsione progettuale.

### ***Caratteristiche degli ancoranti chimici per inghisaggio.***

L'inghisaggio dei tirafondi di ancoraggio delle piastre, deve essere effettuato mediante resine sintetiche senza stirene, da applicare nei fori della struttura di supporto della barriera stradale nel rispetto delle seguenti caratteristiche:

DIMENSIONI BARRA	DN FORO (mm)	Profondita' foro (mm)	CARICO A ROTTURA (kN)	CARICO DI SICUREZZA (kN)
M16	18	125	55.00	12.5
M20	24	170	83.00	17.50
M24	28	210	102.50	26.50

TEMPERATURA (°C)	TEMPO INDURIMENTO (min)	TEMPO DI APPLICAZIONE DEL CARICO MASSIMO (min)
30	3	25
20	7	50
10	22	150
5	30	200

I valori di carico riportati sono determinati statisticamente e dipendono strettamente dalla qualità e resistenza del supporto specificato, per questo motivo, in caso di carichi elevati, si consiglia di verificare la caricabilità del supporto con prove in loco.

***Caratteristiche dei materiali di riempimento delle nicchie di ancoraggio.***

La sigillatura delle nicchie dovrà essere effettuata con malta cementizia reoplastica e tixotropica, e rapido indurimento, con granulometria massima degli inerti di 4mm, resistenza a compressione pari a 25MPa,  $pH > 12$ , peso specifico pari a 1.900 Kg/mc, adesione su calcestruzzo maggiore di 1.00N/mm<sup>2</sup>.

## 13 SEGNALETICA ORIZZONTALE

### 13.1 GENERALITA'

La segnaletica orizzontale da utilizzare come guida ottica presente sul tracciato stradale ed impiegante materiali con formulazioni e tipologie applicative diverse, deve soddisfare a precise richieste comportamentali e prestazionali in funzione del suo posizionamento.

Qualsiasi tipo di segnaletica orizzontale da realizzare deve essere conforme a quanto stabilito dal Nuovo Codice della Strada D.L. n°285/92, dal Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada D.P.R. n°495/92, dal D.P.R. n°610/96, dalla normativa UNI EN 1436 e dai disegni esecutivi di progetto.

### 13.2 CLASSIFICAZIONE DEI MATERIALI

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

- **Pitture.** Possono essere di due tipi:
  - idropitture con microsfere di vetro post-spruzzate; la pittura deve essere costituita da una miscela di resina e plastificanti, pigmenti e materiali riempitivi, il tutto contenuto in una sospensione a base d'acqua. Il residuo volatile è considerato pari al 25%.
  - pitture a freddo con microsfere di vetro premiscelate e post-spruzzate; la pittura deve essere costituita da una miscela di resine e plastificanti, da pigmenti e materiali riempitivi, da microsfere di vetro; il tutto disperso in diluenti e solventi idonei. Il residuo volatile è considerato pari al 25%.
- **Termoplastico.** Il materiale termoplastico deve essere costituito da una miscela di resine idrocarburiche sintetiche plastificate con olio minerale, da pigmenti ed aggregati, da microsfere di vetro, premiscelate e post-spruzzate, da applicare a spruzzo e/o per estrusione a caldo.
- **Laminati elastoplastici.** I laminati autoadesivi prefabbricati, retroriflettenti con preinserimento di materiali ad alto indice di rifrazione possono essere di tre tipi:
  - 1 - per applicazioni provvisorie;
  - 2 - per applicazioni poco sollecitate;
  - 3 - per applicazioni altamente sollecitate.

I prodotti vernicianti sono distinti in tre livelli di applicazione le cui proprietà rispondono a differenti standard qualitativi:

- a. 1° LIVELLO: applicazioni provvisorie o per zone poco sollecitate (provvisorio, emergenza, fuori stagione, condizioni atmosferiche particolari);**
- b. 2° LIVELLO: applicazioni di routine;**
- c. 3° LIVELLO: applicazioni particolari.**

#### **13.2.1 1° LIVELLO prodotti di tipo "a" (pitture-idropitture)**

Con questi prodotti possono essere realizzati i seguenti lavori:

- segnaletica per piccoli tratti (rappezzi);
- segnaletica su pavimentazioni da ricoprire (strato di binder);
- segnaletica interna agli svincoli;
- segnaletica inerente le intersezioni esterne;
- segnaletica interna alle aree di servizio;
- segnaletica interna alle aree di parcheggio;
- zebrature;
- fascioni di arresto;
- scritte, frecce e simboli;
- piste di accelerazione e di decelerazione;
- ripasso striscia margine sinistro;
- semiellissi in zone antinebbia.

Per le lavorazioni di primo livello devono essere impiegate le idropitture, le pitture a solvente, secondo le disposizioni progettuali. Nel caso di condizioni atmosferiche non compatibile con l'applicazione delle idropitture, su indicazione della Direzione Lavori, devono essere impiegate le pitture a solvente.

#### **13.2.2 2° LIVELLO prodotti di tipo "b" (termoplastico)**

Con questi materiali possono essere realizzati i seguenti lavori:

- segnaletica per la delimitazione delle corsie autostradali in condizioni normali;
- doppia bianca svincoli;
- piste di accelerazione e di decelerazione.

#### **13.2.3 3° LIVELLO prodotti di tipo "b"- "c" (termoplastico-antinebbia-elastoplastico)**

Con questi materiali possono essere realizzati i seguenti lavori:

- tipo b - striscia margine destro con rilievi ottici-sonori in zone ad alta intensità nebbiosa.
- tipo c1 - segnaletica in entrata ed uscita cantieri di lunga durata.
- tipo c2:
  - margine sinistro della carreggiata;
  - margine destro della carreggiata senza emergenza;
  - zebrature.
- tipo c 3:
  - strisce discontinue;
  - margine destro con emergenza;
  - scritte, frecce e simboli;
  - fascioni di arresto;
  - linea di arresto in presenza del segnale dare precedenza.

### **13.3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

Vengono di seguito definiti i requisiti ai quali tutti i materiali impiegati nei lavori di segnaletica orizzontale, devono ottemperare per tutta la loro vita utile.

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

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

Le caratteristiche prestazionali richieste sono:

- a. colore;**
- b. visibilità notturna;**
- c. abradibilità;**
- d. tempo di essiccazione.**

#### **13.3.1 Colore**

Il colore della pittura è la sensazione cromatica percepita dall'osservatore; viene definito mediante le coordinate tricromatiche riferite al diagramma colorimetrico standard C.I.E. 1931 (Commission International d'Eclairage).

I colori dei prodotti di segnaletica orizzontale di tipo a, b e c devono rientrare, per tutta la loro vita utile, all'interno delle zone determinate dalle coordinate tricromatiche, rilevate secondo le metodologie di cui ai successivi articoli e riportate nella tabella seguente:

COLORE	COORDINATE TRICROMATICHE				
	(X)				
Bianco permanente	(X)	0,355	0,305	0,285	0,335
	(y)	0,355	0,305	0,325	0,375

Per quanto riguarda la segnaletica orizzontale asciutta il fattore di luminanza deve essere pari a  $\beta \geq 0.30$ .

### 13.3.2 Retroriflessione in condizioni di illuminazione con i proiettori dei veicoli

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

Il valore di retroriflessione, rilevato secondo le metodologie di cui ai successivi articoli, deve essere per i prodotti di segnaletica orizzontale di tipo a, b e c, per tutta la loro vita utile di:

- $RL \geq 100 \text{ mcd X lux}^{-1} \text{m}^{-2}$  in condizioni asciutte;
- $RL \geq 25 \text{ mcd X lux}^{-1} \text{m}^{-2}$  in condizioni di bagnato;
- $RL \geq 25 \text{ mcd X lux}^{-1} \text{m}^{-2}$  in condizioni di pioggia.

### 13.3.3 Valore abrasibilità SRT

La segnaletica orizzontale deve possedere nelle sue caratteristiche una resistenza allo slittamento dovuto al contatto tra il pneumatico ed il prodotto segnaletico in condizioni sfavorevoli.

Il valore minimo, rilevato secondo le metodologie di cui ai successivi articoli, deve essere per i prodotti di segnaletica orizzontale di tipo a, b e c e per tutta la loro vita utile di:

$SRT \geq 45$  (british portable Skid Resistance Tester).

### 13.3.4 Tempo di essiccazione

Il tempo di essiccazione rilevato secondo le metodologie di cui al successivo articolo, deve rientrare nei tempi di seguito indicati.

#### **13.3.4.1 Pitture**

La pittura applicata sulla superficie stradale (manto bituminoso, manto bituminoso drenante, manto in conglomerato cementizio), alla temperatura dell'aria compresa tra +10 °C e +40 °C ed umidità relativa non superiore al 70% deve asciugarsi entro 15-20 min dall'applicazione.

Trascorso tale periodo di tempo la pittura non deve sporcare o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito.

Le idropitture devono essere impiegate con una temperatura dell'aria superiore a 10°C e con un'umidità relativa inferiore a 80%.

#### **13.3.4.2 Termoplastico**

La pittura applicata sulla superficie stradale (manto bituminoso, manto bituminoso drenante, manto in conglomerato cementizio), alla temperatura dell'aria compresa tra +10°C e +40°C ed umidità relativa non superiore al 70% deve solidificarsi entro 30-40s per lo spruzzato ed entro 180-240s per l'estruso, dall'applicazione.

Trascorso tale periodo di tempo la pittura non deve sporcare o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito.

Il tempo di essiccamento viene controllato in laboratorio secondo la norma ASTM D 711-55.

In presenza di superfici umide e/o con umidità relativa superiore al 70%, a discrezione della Direzione Lavori e/o per motivi di sicurezza del traffico, l'applicazione della segnaletica deve essere preceduta da una fase di asciugatura della pavimentazione (termoriscaldatura) al fine di garantire una perfetta adesione del prodotto.

#### **13.3.4.3 Laminati**

La completa essiccazione del primer, al fine di facilitare l'adesione del prodotto alla pavimentazione, deve avvenire entro 15-20 min dall'applicazione.

Dopo la rullatura i laminati devono essere immediatamente trafficabili.

### **13.4 CARATTERISTICHE FISICO CHIMICHE DEI MATERIALI PER SEGNALETICA ORIZZONTALE**

Le caratteristiche fisico-chimiche dei materiali di segnaletica orizzontale, riportate di seguito, devono essere considerate come proprietà di riferimento per la realizzazione dei prodotti segnaletici.

#### **13.4.1 Idropitture post-spruzzate con microsfere di vetro**

Caratteristiche chimico-fisiche (per le tre pigmentazioni):

- Massa volumica (T=25°C) 1.65 - 1.7g/cmc;
- Residuo non volatile 80% in peso  $\pm$  5%;
- Quantità pigmenti 45% in peso  $\pm$  5% (riferito a 100 g di prodotto esente da microsfere);
- Quantità di TiO<sub>2</sub> 25% in peso  $\pm$  5% (riferito alla quantità di pigmenti);
- Quantità microsfere post-spruzzate 300g/mq;
- Ph 10  $\pm$  0.5;

Metodi per le prove: "2", "3", "4":

- ASTM D-2832;
- F.T.M.S. 141a-4021;
- ASTM D-1394.

#### **13.4.2 Pitture a freddo premiscelate e post-spruzzate con microsfere di vetro**

Caratteristiche chimico-fisiche (per le tre pigmentazioni):

- Massa volumica (T=20°C) 1.6 - 1.9g/cmc;
- Residuo non volatile 75 - 85/100g;
- Quantità pigmenti 35 g/100g (riferito a 100g di prodotto esente da microsfere);
- Quantità di TiO<sub>2</sub> 30% (riferito alla quantità di pigmenti);
- Quantità microsfere premix 30%
- Quantità microsfere post-spruzzate 300g/mq

Metodi per le prove: "1", "2", "3", "4":

- F.T.M.S. 141a-4184;
- ASTM D-2832;
- F.T.M.S. 141a-4021;
- ASTM D-1394.



### 13.4.3 Pitture termoplastiche da applicarsi a spruzzo e/o estrusione premiscelate e post-spruzzate con microsfere di vetro

Caratteristiche chimico-fisiche (per le tre pigmentazioni)

- Massa volumica (T=20°C) 1.8 - 2.1g/cmc;
- Quantità di pigmenti 6% in peso (riferito solo al biossido di titanio TiO<sub>2</sub>);
- Quantità pigmenti+oli 20% in peso;
- Quantità di legante (resina+oli) 20% in peso;
- Quantità microsfere premix 20% in peso;
- Quantità microsfere post-spruzzate 300g/mq.

Metodi per le prove: "1", "2", "4":

- F.T.M.S. 141a-4184;
- ASTM D-1394;
- BS 3262: Part.1: 1987.

Caratteristiche fisiche (per le tre pigmentazioni):

- Punto di rammollimento non inferiore a 80°C;
- Punto di infiammabilità non inferiore a 230°C;
- Resistenza alle escursioni termiche -25°C +80°C;
- Grado di resistenza allo SKID TESTER 50 SRT.

Metodi di prova per le prove "1", "4":

- BS 4692;
- Road Research Note n°27 (BS 3262/1976) append.G.

### 13.4.4 Granulometria delle microsfere

La granulometria delle sfere dovrà verificare i requisiti riportati nella tabella seguente:

GRANULOMETRIE MICROSFERE DI VETRO					
PREMISCELATURA				POSTSPRUZZATURA	
TERMOPLASTICO E TERMOCOLATO		PITTURE A SOLVENTE			
Setaccio (ISO 565) (mm)	Materiale passante (%)	Setaccio (ISO 565) (mm)	Materiale passante (%)	Setaccio (ISO 565) (mm)	Materiale passante (%)
1.00	100	250.00	100	850,00	100
0.85	75 - 100	212.00	95 - 100	590,00	80 - 95
0.60	10 - 35	180.00	85 - 100	300,00	25 - 70
0.43	0 - 10	106.00	15 - 55	180,00	0 - 15

0.36	0 - 5	63,00	0 - 10		
FUSO 1		FUSO 2		FUSO 3	

- indice di rifrazione: non inferiore a 1.52;
- esigenze di Qualità (controllo visuale):
  - minimo 85% di microsfere di vetro senza difetto (in numero)
  - massimo 5% di graniglie di vetri (in numero).
- trattamento senza silicone;
- sfericità:
  - minimo 80% per i trattenuti ai tre setacci più grandi;
  - minimo 75% per i trattenuti ai rimanenti setacci.
- trattamento microsfere post-spruzzate: le microsfere con cui si effettua la post-spruzzatura delle strisce, devono essere rivestite con agenti di accoppiamento specifici per il tipo di legante presente nel prodotto verniciante, al fine di aumentare l'aderenza tra le stesse microsfere ed il prodotto applicato.
- Le granulometrie delle microsfere devono essere determinate secondo il metodo ASTM D-1214.

## **14 SEGNALETICA VERTICALE**

### **14.1 GENERALITA'**

I materiali adoperati per la fabbricazione dei segnali dovranno essere della migliore qualità in commercio e la

D.L. potrà chiedere certificati di analisi o copie fotostatiche, rilasciati da riconosciuti istituti specializzati, competenti ed autorizzati, per tutti o parte dei materiali usati.

Le diverse prove ed analisi da eseguire sui campioni saranno prescritte ad esclusivo giudizio della direzione lavori e l'onere relativo sarà la ditta aggiudicataria.

L'Amministrazione intende disporre dei certificati di conformità relativi alle pellicole retroriflettenti che verranno impiegate nelle forniture, Pertanto la ditta aggiudicataria dovrà procurare che copia di tale documentazione recante gli estremi della fornitura cui si riferisce venga inviata a questa Amministrazione dal produttore delle pellicole.

### **14.2 PARTI METALLICHE**

I segnali saranno costruiti in lamiera di ferro di prima scelta dello spessore non inferiore a 10/10mm oppure in lamiera di alluminio semicrudo puro al 99% (Norme Uni 4507) dello spessore non inferiore a 25/10mm.

Ogni segnale dovrà essere rinforzato lungo il suo perimetro con una bordatura di irrigidimento realizzata a scatola. I segnali di pericolo in lamina di ferro ed alluminio con lato superiore ai 60cm dovranno essere rinforzati lungo il lato inferiore con una traversa orizzontale in lamiera di ferro, o di alluminio piegata ad omega.

Analogo procedimento di rinforzo dovrà essere impiegato per frecce di indicazione e per le appendici ai segnali mediante due rinforzi ad "omega" con cave aperte che comprendano orizzontalmente tutto il segnale.

I segnali di obbligo con diametro 90cm dovranno essere realizzati con due traverse di irrigidimento orizzontali. Qualora le dimensioni dei segnali superino la superficie di 1.25mq i cartelli dovranno essere ulteriormente rinforzati con traverse di irrigidimento. Qualora infine i segnali siano costituiti da due o più pannelli contigui questi dovranno essere perfettamente accostati mediante angolari, in metallo resistente alla corrosione, opportunamente forati e muniti di un sufficiente numero di bulloncini zincati. La lamiera di ferro dovrà essere prima decapata e quindi fosfatizzata mediante procedimento di bonderizzazione per ottenere sulle superfici della lamiera

uno strato di cristalli salini protettivi e ancorati per la successiva verniciatura. Il materiale grezzo dopo aver subito i suddetti processi di preparazione dovrà essere verniciato a fuoco con opportuni prodotti, secondo il tipo di metallo, e la cottura a forno dovrà raggiungere una temperatura di 140°. Il retro e la scatolatura dei cartelli verranno rifiniti in colore grigio neutro opaco con speciale smalto sintetico.

A tergo di ogni segnale ed appendice dovrà essere indicato il marchio della ditta fabbricante, la sigla del Committente, nonché l'anno di fabbricazione del cartello che dovrà corrispondere all'anno di installazione. Per i segnali di obbligo sarà riportata la dicitura "Ord. n. .... del....."(art. 77 del Regolamento N.C.S. D.P.R. n°495/1992).

Per la segnaletica verticale costituita da:

- segnali di pericolo;
- segnali di precedenza;
- segnali di divieto;
- segnali d'obbligo;
- pannelli integrativi e targhe di superficie inferiore a 0.60mq.

si dovrà usare un attacco tipo "fisso".

Per la segnaletica verticale costituita da:

- segnali di preavviso, di preselezione, di direzione e di localizzazione;
- pannelli integrativi e targhe di superficie superiore a 0.60mq.

si dovrà usare un attacco di tipo "universale o scorrevole" a canaletta con sezione a cave aperte.

Ogni segnale fornito o posato dovrà essere completo di staffe, controstaffe in acciaio zincato o in lega di alluminio e bulloni pure zincati interamente filettati da 7.50cm con testa da 13mm.

### **14.3 PELLICOLE RETRORIFLETTENTI**

Sulla facciata a vista dei supporti metallici, preparati e verniciati come al precedente punto, dovranno essere applicate pellicole retroriflettenti, aventi caratteristiche secondo quanto prescritto per ciascun segnale, delle seguenti tipologie:

- **Pellicole di Classe 1 a normale intensità luminosa;**

- **Pellicole di Classe 2 ad alta intensità luminosa;**
- **Pellicole di Classe 2 "Special" ad altissima risposta luminosa.**

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

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

I colori da impiegare sui segnali stradali, realizzati sia con pellicola retroriflettente stampata, che colorata all'origine, dovranno avere coordinate colorimetriche comprese entro quelle fissate dalla tabella che segue, mentre la riflettanza percentuale dovrà essere al di sopra di quella minima prevista dalla suddetta tabella.

COORDINATE PUNTI DEL DIAGRAMMA COLORIMETRICO (C.I.E. 1931)						FATTORE DI LUMINANZA (β)	
Colore	Illuminante normalizzato D65, geometria 45/0					Pellicole	
		1	2	3	4	Classe 1	Classe 2
<b>Bianco</b>	X	0.350	0.300	0.285	0.335	> 0.35	> 0.27
	Y	0.360	0.310	0.325	0.375		
<b>Giallo</b>	X	0.545	0.487	0.427	0.465	> 0.27	> 0.16
	Y	0.454	0.423	0.483	0.534		
<b>Rosso</b>	X	0.690	0.595	0.569	0.655	> 0.03	
	Y	0.310	0.315	0.341	0.345		
<b>Verde</b>	X	0.007	0.248	0.177	0.026	> 0.03	
	Y	0.703	0.409	0.362	0.399		
<b>Blu</b>	X	0.078	0.150	0.210	0.137	> 0.01	
	Y	0.171	0.220	0.160	0.038		
<b>Arancio</b>	X	0.610	0.535	0.506	0.570	> 0.15	
	Y	0.390	0.375	0.404	0.429		
<b>Marrone</b>	X	0.455	0.523	0.479	0.558	0.03 < β < 0.09	
	Y	0.397	0.429	0.373	0.394		
<b>Grigio</b>	X	0.350	0.300	0.285	0.335	0.12 < β < 0.18	
	Y	0.360	0.310	0.325	0.375		
<b>Nero</b>	X	-	-	-	-	< 0.03	
	Y	-	-	-	-		

TAB. 24.1 - COORDINATE DEI LIMITI CROMATICI DEI COLORI NEL SEGNALEMENTO STRADALE PER PELLICOLE CLASSE 1 E 2

I segnali di forma triangolare, circolare ed i pannelli quadri e rettangolari dovranno essere conformi alle tipologie previste dall'art.80 del D.P.R. n. 495/1992.

Per quanto riguarda la segnaletica di indicazione (frece, preavvisi di bivio, ecc.) essa dovrà essere interamente riflettorizzata, sia per quanto concerne il fondo del cartello che i bordi, i simboli e le iscrizioni, in modo che tutti i segnali appaiano di notte secondo lo schema di colori con il quale appaiono di giorno, in ottemperanza al Regolamento del Nuovo Codice della Strada.

Per i segnali di indicazione il codice colori, la composizione grafica, la simbologia, i caratteri alfabetici componenti le iscrizioni devono rispondere a quanto stabilito dal Nuovo Codice della Strada e Regolamento d'Attuazione. In ogni caso l'altezza dei caratteri alfabetici componenti le iscrizioni (determinabili) come da tabella II 16 deve essere tale da garantire una distanza di leggibilità non inferiore a 100m per le strade extraurbane secondarie e 60m per le strade di tipo F.

Quando i segnali di indicazione saranno di tipo perfettamente identico ed in numero tale da giustificare in senso economico le spese per l'attrezzatura di stampa essi saranno interamente realizzati con metodo serigrafico.

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

Tutti i segnali saranno muniti di attacchi speciali che eliminino la foratura dei cartelli.

I collari e la bulloneria necessaria per l'installazione del segnale devono essere zincati ed il prezzo deve ritenersi compreso in quello dei singoli segnali.

#### **14.3.1 Pellicole Classe 2 (ad alta risposta luminosa)**

Le pellicole retroriflettenti di Classe 2 ad alta risposta luminosa dovranno essere costituite da un film in materiale plastico acrilico colorato in pasta, trasparente, tenace, resistente agli agenti atmosferici a superficie esterna perfettamente liscia.

Esse dovranno essere conformi al disciplinare tecnico sulle modalità di determinazione dei livelli di qualità delle pellicole retroriflettenti approvato con D.M. del 31.03.95 e successive modifiche.

Le proprietà di retroriflettenza dovranno derivare da un sistema ottico sottostante al film acrilico e costituito da uno strato uniforme di microsferiche di vetro perfettamente

rotonde e ad elevatissimo indice di rifrazione, tenute assieme per mezzo di opportuna resina sintetica.

Le pellicole dovranno essere fornite posteriormente di un adesivo sensibile alla pressione o di adesivo a secco da attivare con il calore steso uniformemente e protetto da un foglio sottile di polietilene, facilmente asportabile con le sole dita al momento dell'applicazione.

Il coefficiente areico di intensità luminosa dovrà rispondere ai valori minimi prescritti nella seguente tabella e dovrà mantenere almeno l'80% dei suddetti valori per il periodo minimo di 10 anni di normale esposizione all'esterno in condizioni medio ambientali.

I segnali di cui all'art.79, comma 12, del D.P.R. n°495/1992 dovranno essere realizzate interamente ed unicamente in pellicola retroriflettente ad elevata efficienza (classe 2).

ANGOLI		VALORI MINIMI DEL COEFFICIENTE AREICO DI INTENSITA' LUMINOSA (cd lux <sup>-1</sup> m <sup>-2</sup> )						
Angolo di divergenza $\alpha$	Angolo di illuminazione $\beta_1$ ( $\beta_2 = 0$ )	Bianco	Giallo	Rosso	Verde	Blu	Marrone	Nero
12°	5°	250	170	45	45	20	12	100
	30°	150	100	25	25	11	8,5	60
	40°	110	70	15	12	8	5	29
20°	5°	180	120	25	21	14	8	65
	30°	100	70	14	12	8	5	40
	40°	95	60	13	11	7	3	20
2°	5°	5	3	1	0.5	0.2	0.2	1.5
	30°	2.5	1.5	0.4	0.3	0.1	0.1	1
	40°	1.5	1	0.3	0.2	0.1	0.1	1

TAB. 24.3 - PELLICOLE DI CLASSE 2 AD ALTA RISPOSTA LUMINOSA

#### 14.3.2 Pellicole Classe 2 "Special" (ad altissima risposta luminosa)

Le pellicole retroriflettenti ad altissima risposta luminosa dovranno avere una durata di 10 anni, munite di certificazione per la classe 2, ma aventi caratteristiche prestazionali superiori alle pellicole di classe 2 di cui al punto precedente.

Le caratteristiche prestazionali dovranno essere conformi al Disciplinare Tecnico approvate dal D.M. del 31.03.1995, da utilizzarsi in specifiche situazioni stradali:

- segnaletica che per essere efficiente richiede una maggiore visibilità alle brevi e medie distanze;
- segnali posizionati in modo tale da renderne difficile la corretta visione ed interpretazione da parte del conducente del veicolo;
- strade ad elevata percorrenza da parte di mezzi pesanti;

- strade con forte illuminazione ambientale.

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

ANGOLI		VALORI MINIMI DEL COEFFICIENTE AREICO DI INTENSITA' LUMINOSA (cd lux <sup>-1</sup> m <sup>-2</sup> )				
Angolo di divergenza $\alpha$	Angolo di illuminazione $\beta_1$ ( $\beta_2 = 0$ )	Bianco	Giallo	Rosso	Verde	Blu
1°	5°	80	65	20	10	4
	30°	50	40	13	5	2.5
	40°	15	13	5	2	1
1.5°	5°	20	16	5	2.5	1
	30°	10	8	2.5	1	0.5
	40°	5	4.5	1.5	0.5	0.25

TAB. 24.4 - PELLICOLE DI CLASSE 2 "SPECIAL" AD ALTISSIMA RISPOSTA LUMINOSA

Un rapporto di prova, rilasciato da un Istituto di misura previsto dal D.M. del 31.03.95, attestante che le pellicole retroriflettenti soddisfano i sopradetti requisiti, potrà essere richiesto, unitamente alla certificazione di classe 2 prevista dallo stesso D.M. del 31.3.95, dalla Direzione Lavori in occasione dell'eventuale utilizzo di tali materiali speciali.

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

Detta caratteristica è definita da un angolo di contatto delle gocce d'acqua sul segnale stessa non superiore a 25° (venticinque gradi).

Detta misurazione si intende effettuata con strumenti per misura delle tensioni superficiali "Kruss" con acqua distillata ed alla temperatura di 22°. In tal caso tali caratteristiche dovranno essere attestate nel rapporto di prova di cui sopra.



#### 14.4 GARANZIE PER LA SEGNALETICA VERTICALE

L'Appaltatore dovrà garantire la perfetta conservazione della segnaletica verticale, sia con riferimento alla sua costruzione, sia in relazione ai materiali utilizzati, per tutto il periodo di vita utile, secondo quanto di seguito specificato:

- Segnali in alluminio con pellicola retroriflettente:
  - **Classe 1 a normale intensità luminosa** - Mantenimento dei valori fotometrici entro il 50% dei valori minimi prescritti dopo un periodo di 7 anni in condizioni di normale esposizione all'esterno.
  - **Classe 2 ad alta intensità luminosa** - Mantenimento dei valori fotometrici entro il 50% dei valori minimi prescritti dopo un periodo di 10 anni in condizioni di normale esposizione all'esterno.
  - **Classe 2 "Special" altissima intensità luminosa**. Mantenimento dei valori fotometrici entro il 50% dei valori minimi prescritti dopo un periodo di 10 anni in condizioni di normale esposizione all'esterno.
- Le coordinate colorimetriche dovranno essere comprese nelle zone specifiche di ciascun colore per tutto il periodo di vita utile garantita per ciascun tipo di materiale retroriflettente.
- Entro il periodo di vita utile garantita per ciascun tipo di materiale retroriflettente non si dovranno avere sulla faccia utile rotture, distacchi od altri inconvenienti della pellicola che possano pregiudicare la funzione del segnale.
- Le saldature ed ogni altro mezzo di giunzione fra il segnale ed i suoi elementi strutturali, attacchi e sostegni dovranno mantenersi integri ed immuni da corrosione per tutto il periodo di vita utile garantita per tipo di materiale retroriflettente.

Saranno pertanto effettuate, a totale cura e spesa dell'Appaltatore, la sostituzione ed il ripristino integrale di tutte le forniture che abbiano a deteriorarsi, o deformarsi per difetto dei materiali di lavorazione e di costruzione, entro un periodo di cinque anni dalla data di consegna del materiale per i segnali in pellicola di Classe 1 a normale efficienza e di sette anni per i segnali in pellicola di Classe 2 ad alta efficienza.

Negli anni successivi rimarrà a carico dell'Amministrazione acquirente una quota parte del costo del segnale come sotto specificato:

SEGNALI CON PELLICOLA IN CLASSE 1		SEGNALI CON PELLICOLA IN CLASSE 2	
Anni di garanzia	Quota a carico dell'Ente	Anni di garanzia	Quota a carico dell'Ente
6	50%	8	50%
7	60%	9	60%