



COMUNE DI PARMA

OPERE INFRASTRUTTURALI FUNZIONALI  
AL POTENZIAMENTO E ALL'ACCESSIBILITÀ DELLE FIERE  
**NODO STRADALE ALL'USCITA DEL CASELLO DELL'AUTOSTRADA A1 DI PARMA**  
CUP: I94E22000520004 CUI: L00162210348202300088 CIG: B45A5886AC

## PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA

CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA:  
**GEOL. MARCO GHIRARDI**

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E SISMICA:  
**ING. CECILIA DAMONI**

ARCHEOLOGIA:  
**DOTT.SSA BARBARA SASSI**



AR/S ARCHEOSISTEMI Società Cooperativa

CONSULENZA TRASPORTISTICA:  
**ING. FABIO TORTA**  
**ING. ESPEDITO SAPONARO**  
**ING. CLAUDIO D'ANGELO**



TRT Trasporti e Territorio srl

RESPONSABILE UNICO DEL PROGETTO:  
**ING. MICHELE GADALETA**

ASSISTENTE DEL RESPONSABILE UNICO DEL PROGETTO  
**ING. LUIGI ELIA**

PROGETTAZIONE:  
**ING. FILIPPO VIARO**  
**ING. PAOLO CORCHIA**

AMBIENTE E PAESAGGIO  
**ARCH. SERGIO BECCARELLI**

ACUSTICA  
**ING. GIOVANNI BRIANTI**  
*Tecnico competente in Acustica Ambientale ENTECA n. 6042*



Policreo Società di progettazione srl

COORDINAMENTO IN MATERIA DI SICUREZZA E DI SALUTE  
DURANTE LA FASE DI PROGETTAZIONE DELL'OPERA:  
**ING. PAOLO CORCHIA**



Policreo Società di progettazione srl

Elaborato

**DOCUMENTAZIONE TECNICO-ECONOMICA**  
**DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE**  
**DEGLI ELEMENTI TECNICI**

Tavola

**PR51.25.A.PFTE.10.ECO.CSA.001.R00**

Scala

**OTTOBRE 2025**

Data

Rev.	Data	Descrizione
00	OTTOBRE 2025	EMISSIONE

## INDICE

<b>1. CONSIDERAZIONI PRELIMINARI .....</b>	<b>6</b>
<b>2. OPERE CIVILI .....</b>	<b>7</b>
2.1. NOMENCLATURA DI RIFERIMENTO .....	7
2.2. QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI .....	10
2.2.1. Condizioni generali d'accettazione - prove di controllo .....	10
2.2.2. Caratteristiche dei vari materiali .....	11
2.3. NORME PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI .....	12
2.4. SCAVI - DEMOLIZIONI .....	13
2.4.1. Norme generali .....	13
2.4.2. Operazioni iniziali .....	13
2.4.3. Generalità .....	14
2.4.4. Scavi di sbancamento .....	15
2.4.5. Scavi a sezione obbligata .....	16
2.4.6. Demolizione di murature .....	16
2.4.7. Idrodemolizioni .....	16
2.4.8. Demolizione di pavimentazione totale o parziale di strati in conglomerato bituminoso realizzato con frese .....	17
2.4.9. Demolizione dell'intera sovrastruttura realizzata con sistemi tradizionali .....	18
2.5. RINTERRI, BONIFICA GEOTECNICA E COMPATTAZIONE DEL PIANO DI POSA .....	18
2.5.1. Bonifica geotecnica e compattazione del piano di posa .....	18
2.5.2. Rinterri .....	18
2.5.3. Sistemazione superficiale .....	19
2.6. RILEVATI .....	19
2.6.1. Generalità .....	19
2.6.2. Classificazione dei materiali .....	19
2.6.3. Classificazione dei prodotti .....	19
2.6.4. Classificazione dei componenti ausiliari .....	20
2.6.5. Tracciamenti .....	20
2.6.6. Riutilizzo dei terreni derivanti da scavi .....	20
2.6.7. Cave di prestito .....	20
2.6.8. Utilizzo di aggregati derivanti dal riciclo .....	20
2.6.9. Discariche e luoghi di deposito .....	21
2.6.10. Accumulo degli aggregati in cantiere .....	21
2.6.11. Formazione dei rilevati .....	22
2.6.12. Posa in opera dei geotessili .....	23
2.6.13. Riempimenti e ripristini degli scavi .....	24
2.6.14. Sottofondi .....	24
2.7. STRATI DI FONDAZIONE .....	25
2.7.1. Descrizione .....	25
2.7.2. Caratteristiche dei materiali da impiegare .....	25

2.7.3.	Studio Preliminare .....	26
2.7.4.	Modalità Esecutive fondazioni di pavimentazioni flessibili in conglomerato bituminoso .....	27
2.7.5.	2.6.6 Norme di Controllo delle lavorazioni .....	28
2.7.6.	Prove di portanza .....	28
2.8.	LEGANTI BITUMINOSI .....	29
2.8.1.	Generalità .....	29
2.8.2.	Leganti bituminosi semisolidi di base additivato .....	29
2.9.	EMULSIONI BITUMINOSE .....	31
2.9.1.	Emulsioni bituminose modificate per mani d'attacco .....	31
2.9.2.	Emulsioni bituminose modificate per lavori di riciclaggio a freddo .....	31
2.9.3.	Verifica Prestazionale di emulsioni bituminose modificate per lavori di riciclaggio a freddo .....	32
2.10.	PAVIMENTAZIONI IN CONGLOMERATI BITUMINOSI .....	33
2.10.1.	Specifiche generali per il confezionamento di conglomerati bituminosi .....	33
2.10.2.	Trasporto delle miscele .....	33
2.10.3.	Strato di eco-base in conglomerato bituminoso riciclato a freddo .....	34
2.10.4.	Strato di collegamento e strato di usura .....	39
2.10.4.1	Generalità .....	39
2.10.4.2	Inerti .....	39
2.10.4.3	Granulato di conglomerato bituminoso .....	40
2.10.4.4	Legante .....	41
2.10.4.5	Miscela .....	41
2.10.4.6	Controllo dei requisiti di accettazione .....	43
2.10.4.7	Formazione e confezione degli impasti .....	44
2.10.4.8	Attivanti l'adesione .....	45
2.10.4.9	Preparazione superfici di stesa .....	45
2.10.4.10	Posa in opera .....	46
2.10.4.11	Colorazione superficiale dello strato di usura .....	46
2.10.4.12	Fresatura di strati in conglomerato bituminoso con idonee attrezzature .....	47
2.11.	CONGLOMERATI CEMENTIZI .....	48
2.11.1.	Cemento .....	48
2.11.2.	Aggregati .....	48
2.11.3.	Acqua di impasto .....	49
2.11.4.	Additivi .....	49
2.11.5.	Additivi fluidificanti, superfluidificanti e iperfluidificanti .....	49
2.11.6.	Additivi aeranti .....	50
2.11.7.	Trasporto .....	50
2.11.8.	Posa in opera .....	50
2.12.	CASSEFORME .....	52
2.12.1.	Generalità .....	52
2.12.2.	Stagionatura e disarmo, prevenzione delle fessure da ritiro plastico .....	53
2.12.3.	Disarmo e scasseratura .....	53
2.12.4.	Protezione dopo la scasseratura .....	53
2.13.	IMPERMEABILIZZAZIONI .....	53

2.13.1. Membrane prefabbricate a base bituminosa .....	53
2.13.2. Impermeabilizzazione di strutture interrato .....	54
2.13.3. Barriera antivapore .....	54
2.13.4. Geotessile .....	54
2.14. ACCIAIO PER C.A. ....	54
2.14.1. Generalità .....	54
2.14.2. Acciaio in barre ad aderenza migliorata – B450 - controllato in stabilimento .....	55
2.14.3. Reti in barre di acciaio elettrosaldato .....	55
2.14.4. Posa in opera .....	55
2.15. ACCIAIO PER CARPENTERIA .....	56
2.15.1. Generalità .....	56
2.15.2. Collaudo tecnologico dei materiali .....	57
2.15.3. Controlli in corso di lavorazione .....	57
2.15.4. Montaggio .....	58
2.16. ZINCATURA A CALDO DEGLI ACCIAI .....	59
2.16.1. Qualità degli acciai da zincare a caldo .....	59
2.16.2. Zincatura a caldo per immersione .....	59
2.17. TUBAZIONI, POZZETTI, CANALETTE, CUNETTE E FOSSI DI GUARDIA, CORDONATE, MANUFATTI .....	61
2.17.1. Tubazioni interrato .....	61
2.17.2. Tubazioni in vista .....	62
2.17.3. Tubazioni di cemento (semplice ed armato) .....	62
2.17.4. Tubazioni di cloruro di polivinile (pvc) .....	63
2.17.5. Tubazioni di polietilene .....	64
2.17.6. Pozzetti di ispezione per fognature .....	64
2.17.7. Caditoie stradali .....	65
2.17.8. Pozzetto prefabbricato di raccordo per fognature .....	65
2.17.9. Chiusini (griglie e caditoie) per pozzetti di ogni tipo .....	66
2.17.10. Elementi per canalette, cunette e fossi di guardia .....	66
2.17.11. Embrici .....	66
2.17.12. Elementi scatolari .....	66
2.17.13. Canaletta prefabbricata .....	67
2.17.14. Cordonate, zanelle, plinti volta-testa .....	67
2.18. SEGNALETICA VERTICALE E ORIZZONTALE .....	67
2.18.1. Generalità .....	67
2.18.2. Normative di riferimento .....	68
2.18.3. Segnaletica verticale .....	68
2.18.4. Segnaletica orizzontale .....	70
2.18.5. Disposizioni particolari a carico dell'impresa .....	72
2.19. BARRIERE DI SICUREZZA E PARAPETTI METALLICI .....	72
2.19.1. Barriere metalliche .....	72

2.19.1.1	Accettazione dei materiali.....	72
2.19.1.2	Qualità dei materiali.....	73
2.19.1.3	Modalità d'esecuzione .....	74
2.19.1.3.1	Barriere infisse a bordo laterale .....	74
2.19.1.3.2	Barriere per opere d'arte .....	75
<b>3.</b>	<b>OPERE A VERDE .....</b>	<b>76</b>
3.1.	CARATTERISTICHE DEI VARI MATERIALI .....	76
3.2.	ESECUZIONE DEI LAVORI .....	78

## **1. CONSIDERAZIONI PRELIMINARI**

Il presente Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici riguarda gli interventi progettuali individuati nell'ambito dell'adeguamento del Nodo stradale all'uscita del casello dell'Autostrada A1 di Parma, caratterizzati dalle seguenti tipologie di lavorazioni:

- OPERE CIVILI, comprensive di opere stradali, delle opere di gestione delle acque meteoriche, delle strutture di segnaletica, ecc.....
- OPERE A VERDE.

Sono esclusi gli impianti di illuminazione in quanto realizzati da City Green Light.

## **2. OPERE CIVILI**

### **2.1. NOMENCLATURA DI RIFERIMENTO**

Verranno di seguito utilizzati i seguenti termini:

#### **Terreno**

Ammasso di particelle minerali e/o materia organica nella forma di un deposito, che può essere separato facilmente tramite mezzi meccanici e che include quantità variabili di acqua ed aria (ed a volte di altri gas)

#### **Identificazione dei terreni**

La classificazione e la descrizione dei terreni sulla base dei loro livelli, tipi di materiali e caratteristiche dei materiali e/o costituenti organici e plasticità.

#### **Struttura geologica**

Variazione nella composizione comprendente la stratigrafia e le discontinuità.

#### **Materia organica**

Sostanza costituita da materiali organici di origine vegetale e/o animale, e i prodotti dovuti alla trasformazione di questi materiali, come per. es. l'humus.

#### **Granulometria**

Distribuzione dimensionale delle particelle espressa come percentuale in massa del passante ad un determinato numero di stacci

#### **Frazione granulometrica**

Parte di un terreno che può essere classificata sulla base della dimensione delle particelle.

#### **Plasticità**

Proprietà di un terreno coesivo di cambiare il suo comportamento meccanico cambiando il contenuto d'acqua.

#### **Dimensione dei granuli**

La dimensione del granulo è convenzionalmente definita dall'apertura dello staccio di più piccolo diametro o maglia attraverso il quale passa il granulo.

#### **Ciottoli o massi**

Frazione di una terra di dimensioni maggiori di 63 mm (trattenuta cioè dallo staccio 63 UNI EN 933-2 del 1997) costituita da elementi a spigoli arrotondati o a spigoli vivi.

#### **Ghiaia**

Frazione di un terreno compresa tra 63 mm e 2 mm (passante cioè allo staccio 63 e trattenuta dallo staccio 2 UNI EN 933-2 del 1997) costituita da elementi a spigoli arrotondati o a spigoli vivi.

#### **Ghiaia grossa (pietrisco)**

Frazione di una ghiaia compresa tra 63 mm e 20 mm (passante cioè allo staccio 63 e trattenuta dallo staccio 20 UNI EN 933-2 del 1997) costituita da elementi a spigoli arrotondati o a spigoli vivi.

#### **Ghiaia media**

Frazione di una ghiaia compresa tra 20 mm e 6,3 mm (passante cioè allo staccio 20 e trattenuta dallo staccio 6,3 UNI EN 933-2 del 1997) costituita da elementi a spigoli arrotondati o a spigoli vivi.

#### **Ghiaia fina (graniglia)**

Frazione di una ghiaia compresa tra 6,3 mm e 2 mm (passante cioè allo staccio 6,3 e trattenuta dallo staccio 2 UNI EN 933-2 del 1997) costituita da elementi a spigoli arrotondati o a spigoli vivi.

#### **Sabbia**

Frazione di un terreno compresa tra 2 mm e 0,063 mm (passante cioè allo staccio 2 e trattenuta dallo staccio 0,063 UNI EN 933-2 del 1997) costituita da elementi a spigoli arrotondati o a spigoli vivi.

#### **Limo**

Frazione di un terreno compresa tra 0,063 mm e 0,002 mm (passante cioè allo staccio 0,063 e trattenuta dallo staccio 0,002 UNI EN 933-2:1997) .

#### **Argilla**

Frazione di terra avente dimensioni minori a 0,002 mm (passante cioè allo staccio 0,002 UNI EN 933-2:1997).

#### **Aggregato**

Materiale granulare utilizzato nelle costruzioni. Gli aggregati possono essere naturali, artificiali o riciclati.

#### **Aggregato naturale**

Aggregato di origine minerale, che è stato sottoposto unicamente a lavorazione meccanica.

#### **Aggregato riciclato**

Aggregato derivante dalla lavorazione di materiale inorganico precedentemente utilizzato nelle costruzioni.

#### **Dimensioni dell'aggregato**

Designazione dell'aggregato in termini di dimensioni dello staccio inferiore (d) e superiore (D), espressa sottoforma di d/D.

#### **Aggregato fine**

Designazione attribuita agli aggregati di dimensioni d uguali a 0 e D minore o uguale a 6,3 mm.

#### **Aggregato grosso**

Designazione attribuita agli aggregati di dimensioni d uguali o maggiori di 1 mm e D maggiore di 2 mm.

#### **Fini**

Frazione granulometrica di aggregato passante allo staccio 0,063 mm.

#### **Umidità**

Rapporto percentuale fra il peso dell'acqua eliminata per essiccazione fino al peso costante a 105-110 °C ed il peso della terra essiccata (def. CNR UNI 10008).

#### **Massa volumica con essiccazione**

Rapporto fra il peso di un campione di terra essiccato a 105-110 °C, fino a peso costante, ed il suo volume occupato in acqua.

#### **Massa volumica apparente di una terra (peso / volume, detto anche densità)**

Rapporto tra il peso di un campione di terra non rimaneggiato ed il suo volume.

#### **Costipamento**

Operazione meccanica di addensamento di una terra.

---



### **Grado di costipamento relativo**

Rapporto percentuale tra la densità del secco in sito del terreno e quella massima corrispondente all'energia di costipamento assunta come riferimento.

### **Consolidazione**

Graduale diminuzione di volume di una terra satura dovuta ad espulsione di acqua dai pori a seguito dell'applicazione prolungata di un carico.

### **Solido stradale**

Figura geometrica delimitata dal piano campagna, dalla superficie del sottofondo e dalle scarpate del rilevato o della trincea stradale.

### **Sovrastruttura o pavimentazione**

Struttura, sovrapposta al sottofondo, destinata a consentire il regolare moto dei veicoli, distribuendo sul sottofondo i carichi da questi trasmessi ed a proteggerlo dagli agenti atmosferici (pioggia, gelo, ecc.) Essa è costituita da uno o più strati.

In relazione ai tipi di materiale che la costituiscono, la soprastruttura stradale viene definita:

- Flessibile - se caratterizzata da una fondazione in misto granulare non legato, privo di plasticità e con buona capacità portante, sulla quale vengono posizionate una base stabilizzata o bitumata e un manto in conglomerato bituminoso o in moduli autobloccanti di calcestruzzo;
- Semirigida — se caratterizzata da una fondazione in misto granulare seguita da una base in misto cementato, posta sotto strati bitumati, che ha la funzione di aumentare la rigidezza della pavimentazione riducendone la flessibilità;
- Rigida — se composta da lastre di calcestruzzo appoggiate su una fondazione in misto cementato, generalmente realizzata su una fondazione in misto granulare.

### **Sottofondo**

Terreno sul quale poggia la soprastruttura e più direttamente interessato dall'azione di carichi esterni da questa trasmessi; può essere formato da terreno di scavo o di riporto, che abbia o no subito idoneo processo di miglioramento. La superficie che delimita superiormente il terreno di sottofondo costituisce il piano di posa della soprastruttura. Quando non altrimenti specificato la definizione si riferisce ad uno spessore dell'ordine di 20-50 cm.

### **Fondazione**

Parte della soprastruttura avente principalmente la funzione di distribuire i carichi sul sottofondo. Può essere costituita da uno o più strati: lo strato più profondo viene chiamato primo strato di fondazione e può anche essere destinato a proteggere il sottofondo dall'azione del gelo e ad intercettare la risalita d'acqua. Lo strato più superficiale viene chiamato ultimo strato di fondazione o strato di base.

### **Strato d'usura**

Parte della soprastruttura che trovasi a diretto contatto con le ruote dei veicoli.

### **Strato di collegamento**

Strato di conglomerato bituminoso talora interposto nelle pavimentazioni bituminose tra lo strato di usura e l'ultimo strato di fondazione

### **Manto di usura**

Insieme dello strato di usura e di collegamento di conglomerato bituminoso nelle pavimentazioni bituminose. Nelle pavimentazioni di calcestruzzo o in moduli autobloccanti il termine viene usato per indicare la lastra di calcestruzzo o la stesa dei moduli autobloccanti.

### **Bituminoso**

Aggettivo applicabile a leganti e miscele di leganti e di aggregati contenenti bitume

### **Legante bituminoso**

Materiale adesivo contenente bitume

### **Bitume**

Materiale praticamente non volatile, adesivo e impermeabile derivante dal petrolio greggio, oppure presente nell'asfalto naturale, che è completamente o quasi completamente solubile in toluene e molto viscoso o quasi solido a temperatura ambiente

### **Conglomerato (o asfalto) bituminoso**

Miscela di aggregato minerale e di un legante bituminoso.

### **Filler**

Materiale polvirulento passante allo staccio 0,063 mm UNI EN 933-2:1997, che si aggiunge ai leganti bituminosi e alle miscele di questi leganti con aggregati litici, allo scopo di conferire particolari caratteristiche ai prodotti che ne derivano. All'occorrenza può essere sostituito anche da cemento tipo Portland, loppe di altoforno o calce idrata.

### **Legante idraulico**

Materiale inorganico presente sotto forma di polvere che mescolato ad acqua e ad aggregati inerti origina conglomerati inorganici dotati di caratteristiche di resistenza meccanica

### **Massello**

Prodotto di calcestruzzo eseguito in monostrato o pluristrato, caratterizzato da basso rapporto tra i lati e lo spessore, mobilità a mano e destinato a costituire strato di rivestimento di pavimentazioni ad uso pedonale e/o veicolare.

### **Allettamento di posa**

Strato a spessore costante adeguatamente spianato avente la funzione di ricevere gli elementi di rivestimento (masselli).

## **2.2. QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI**

### **2.2.1. Condizioni generali d'accettazione - prove di controllo**

I materiali da impiegare per i lavori di cui all'appalto dovranno corrispondere, come caratteristiche, a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia e nel successivo punto 1.1.2; in mancanza di particolari prescrizioni dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio.

In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione Lavori, la quale dovrà attenersi alle direttive di carattere generale o particolare eventualmente impartite dai competenti Uffici della Società.

I materiali da impiegare nei lavori dovranno prime di tutto 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.

L'accettazione dei materiali non è comunque definitiva se non dopo che siano stati posti in opera.

Quando la Direzione Lavori abbia rifiutata una qualsiasi provvista come non atta all'impiego, l'Impresa dovrà sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute; i materiali rifiutati dovranno essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e spese della stessa Impresa.

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

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegare, sottostando a tutte le spese per il prelievo, la formazione e l'invio di campioni agli Istituti in seguito specificati e indicati dalla Società e/o dalla Direzione Lavori, nonché per le corrispondenti prove ed esami.

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'Impresa 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 specificati nell'Art. 20 della Legge 5-11-1971 n. 1086 e all'art. 59 del D.P.R. 380/2001; la Direzione Lavori potrà, a suo giudizio, autorizzare l'esecuzione delle prove presso altri laboratori di sua fiducia.

### **2.2.2. Caratteristiche dei vari materiali**

I materiali da impiegare nei lavori dovranno corrispondere 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 delle presenti Norme.

I lavori oggetto delle presenti norme tecniche dovranno essere realizzati nel rispetto DECRETO LEGISLATIVO 16 giugno 2017, n. 106 -Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) 2024/3110<sup>1</sup>, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione.

Nell'ambito di tale direttiva, il CEN ha elaborato le seguenti norme:

- EN 12620      Aggregati per il calcestruzzo;
- UNI 8520-2:2022 per garantire la conformità e facilitarne l'applicazione nel settore delle costruzioni.

---

<sup>1</sup> Si precisa che il Regolamento (UE) n.305/2011 rimarrà in vigore per le disposizioni non ancora operative del nuovo regolamento, mentre le norme armonizzate già esistenti continueranno ad essere applicabili fino al loro ritiro o alla pubblicazione di nuove norme compatibili con il nuovo regolamento.

- EN 13043      Aggregati per miscele bituminose;
- EN 13055      Aggregati leggeri per calcestruzzi e malte
- EN 13139      Aggregati per malta;
- EN 13242      Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile;
- EN 13383      Aggregati per opere di protezione;

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'impresa.

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

La scelta di un tipo di materiale nei confronti di un altro, o tra diversi tipi dello stesso materiale, sarà fatta di volta in volta, in base al giudizio della Direzione Lavori, la quale, per i materiali da acquistare, si assicurerà che provengano da produttori di provata capacità e serietà.

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

Tutte le caratteristiche dei materiali strutturali dovranno riferirsi costantemente ai contenuti del D.M. del 17.01.2018 (Norme tecniche per le costruzioni) ed alle norme che vengono richiamate dallo stesso D.M. tra cui in particolare le UNI EN in vigore.

### **2.3. NORME PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI**

Qualora alcuna delle seguenti disposizioni fossero in contrasto con norme di legge e regolamentari sopravvenute, si dovrà far riferimento esclusivamente alla norma di legge o regolamentare in vigore.

I riferimenti alle norme tecniche UNI, EN, ISO e ad ogni altra specifica tecnica citata nel presente Capitolato si intendono relativi alla versione attualmente in vigore o, qualora risulti ritirata, alla norma che la sostituisce.

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.

## **2.4. SCAVI - DEMOLIZIONI**

### **2.4.1. Norme generali**

Il presente capitolo contiene le prescrizioni esecutive di carattere generale valide per tutti i tipi di scavi e demolizioni. In particolare, relativamente agli scavi, si riportano le indicazioni progettuali e prescrizioni esecutive differenziate per le seguenti operazioni:

- Scavi di sbancamento
- Scavi a sezione obbligata

Verranno di seguito utilizzati i seguenti termini:

Scavi di sbancamento (o sterri andanti), Scavi eseguiti a sezione aperta.

In generale saranno da considerare scavi di sbancamento quelli riguardanti la formazione del piano di appoggio del rilevato stradale.

Scavo a sezione obbligata

Scavi ricadenti al di sotto dei piani risultanti dagli scavi di sbancamento suddetti, ove necessari, incassati e a sezione ristretta.

In generale saranno da considerare scavi a sezione obbligata quelli eseguiti per la realizzazione di:

- Fondazioni continue;
- Plinti di fondazione;
- Strutture in c.a. (prefabbricate e/o in opera) quali muri di sostegno e cordoli in c.a.;
- Fognature, condutture, fossi, etc.

### **2.4.2. Operazioni iniziali**

Prima di dare inizio a lavorazioni che interessino, in qualunque modo, movimenti di materie, l'Appaltatore deve verificare, a sua cura e onere, la rispondenza dei piani quotati, dei profili e delle sezioni allegati al contratto con i capisaldi piano altimetrici.

Nel caso in cui l'Appaltatore avvii le operazioni di scavo in assenza, parziale o totale, di rilievi di progetto, lo farà a suo rischio.

Capisaldi del terreno

La consegna dei capisaldi esistenti verrà annotata nel verbale di consegna o in apposito successivo verbale. Qualora i capisaldi non dovessero esistere in sito, sarà cura e onere dell'Appaltatore predisporli e mantenerli sino a ultimazione dei lavori, secondo le disposizioni impartite dalla Direzione Lavori.

Picchettazione

L'Appaltatore è tenuto a effettuare tutte le picchettazioni necessarie a individuare con certezza i siti nei quali eseguire successivamente gli scavi, anche al fine di identificare le manovre delle macchine operatrici e/o la posizione degli eventuali depositi provvisori delle materie provenienti dagli scavi suddetti.

### **2.4.3. Generalità**

In occasione degli scavi, necessari all'esecuzione delle opere come previste dal progetto, l'Appaltatore è tenuto a :

- preavvisare, per tempo e con le modalità indicate dal Direttore dei Lavori, la Soprintendenza Beni Culturali e Archeologici, secondo quanto contemplato dal Regolamento Edilizio Comunale vigente;
- contattare gli Enti proprietari delle utenze per concordarne lo spostamento e/o la rimozione;
- asportare la coltre di terreno vegetale ricadente nelle aree di intervento, per gli spessori previsti dal progetto;
- procedere alla estirpazione/rimozione e al successivo trasporto e smaltimento alle discariche autorizzate, di piante, cespugli, arbusti relative ceppaie e radici, presenti nelle aree oggetto d'intervento, al momento della consegna dei lavori;
- predisporre le cunette e/o i fossi necessari allo smaltimento delle acque superficiali per evitare che queste ultime si riversino nei cavi già realizzati;
- procedere in modo da impedire scoscendimenti o franamenti, provvedendo alle puntellazioni e/o sbadacchiature necessari, restando unico responsabile di eventuali danni a persone e/o opere, oltre che obbligato alla rimozione delle materie franate e al ripristino delle situazioni antecedenti;
- adottare tutti i provvedimenti atti a impedire la contaminazione d'apporto dei terreni, ponendo in opera, a esempio, teli geosintetici;
- impiegare, nelle operazioni di scavo e/o reinterro macchine operatrici che rispettino i limiti di rumorosità stabiliti dalla normativa vigente.

Gli scavi e i rinterri necessari alla esecuzione delle opere previste in progetto saranno eseguiti secondo i disegni allegati al contratto e/o secondo le disposizioni impartite dalla Direzione Lavori e/o dalla Committente in sede esecutiva.

Le sezioni degli scavi dovranno essere rese dall'Appaltatore secondo i piani previsti, con scarpate regolari e spianate.

#### Deposito temporaneo del materiale di risulta

I termini del deposito temporaneo variano a seconda se il materiale estratto dalle operazioni di scavo sia un "Rifiuto", oppure un sottoprodotto e più esattamente:

nel caso di un "Rifiuto" si deve:

- delimitare un'area, posta preferibilmente nelle immediate vicinanze del sito coinvolto, oppure in zone concordate con la Direzione Lavori , che sia sufficientemente ampia da poter contenere il quantitativo dei rifiuti che si prevede di produrre; tale superficie dipenderà direttamente anche dai tempi che si reputano necessari per il trasporto dei rifiuti stessi presso l'impianto di conferimento finale;
- stoccare in modo controllato nell'area dedicata ed autorizzata dalla Direzione Lavori i rifiuti man mano che essi vengono prodotti, in attesa che gli stessi vengano inviati all'impianto di conferimento finale, secondo le modalità contenute nel presente capitolo.

Tale area deve essere diversa e separata fisicamente da quella eventualmente dedicata al deposito provvisorio dei materiali destinati a riutilizzo diretto.

Le acque superficiali non dovranno interessare l'area e quindi dovranno essere idoneamente drenate.

nel caso di un sottoprodotto si deve:

- delimitare un'area, posta preferibilmente nelle immediate vicinanze del sito coinvolto, che sia sufficientemente ampia da poter contenere il quantitativo dei materiali estratti e destinati al riutilizzo, tenendo conto delle tempistiche della produzione previsionale dello stesso;

Tale area deve essere diversa e separata fisicamente da quella eventualmente dedicata al deposito temporaneo dei rifiuti prodotti e destinati all'impianto di conferimento finale.

Proprietà degli oggetti rinvenuti

Il Committente, salvi i diritti che spettano allo Stato a termini di legge, si riserva la proprietà degli oggetti di valore e di quelli che interessano la scienza, la storia, l'arte o l'archeologia che si rinverranno nel corso degli scavi.

Dell'eventuale ritrovamento dovrà essere dato immediatamente avviso alla Direzione Lavori per le opportune disposizioni.

L'Appaltatore non potrà in ogni caso, senza ordine scritto, rimuovere o alterare l'oggetto del ritrovamento, sospendendo i lavori stessi nel luogo interessato e transennando l'area medesima.

Ove necessario, tale sospensione potrà essere formalizzata dalla Direzione Lavori, rientrando tra le cause di forza maggiore previste dal vigente Capitolato Generale LL.PP.

Il Committente si riserva anche la proprietà delle materie di risulta provenienti dagli scavi (terreno vegetale) e/o dalla demolizione di trovanti presenti nei medesimi, quando (a suo insindacabile giudizio) queste siano ritenute idonee a un reimpiego all'interno del medesimo intervento e/o per altre realizzazioni

#### **2.4.4. Scavi di sbancamento**

Oltre alle specifiche già contenute nel paragrafo precedente, devono essere rispettate le seguenti prescrizioni particolari.

Scoticamento

L'asportazione della terra vegetale deve avvenire subito prima dell'esecuzione dei movimenti di terra nel tratto interessato, per evitare l'esposizione alle acque piovane dei terreni privi di copertura vegetale. Le terre ad alto contenuto organico in eccesso rispetto alle esigenze di ricopertura o contaminate, debbono essere portate immediatamente a rifiuto, onde scongiurare ogni rischio di inquinamento.

Formazione del piano di posa

I piani di posa avranno l'estensione dell'intera area di appoggio delle strutture di fondazione del rilevato, eventualmente maggiorata delle "distanze operative" stabilite nel progetto.



#### **2.4.5. Scavi a sezione obbligata**

Devono essere rispettate le seguenti prescrizioni particolari:

- Il perimetro dell'opera, effettuato al di sotto del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno lungo il perimetro medesimo, sarà determinato, a giudizio della Direzione Lavori, o per l'intera area di fondazione o per più parti in cui questa può essere suddivisa, a seconda sia dell'accidentalità del terreno, sia delle quote dei piani finiti di fondazione.
- Nel caso di realizzazione di fondazioni, il relativo scavo sarà, a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, spinto alle necessarie profondità, fino al rinvenimento del terreno della capacità portante prevista in progetto.

#### **2.4.6. Demolizione di murature**

Le demolizioni di murature di qualsiasi genere (armate e non, in precompresso), potranno essere integrali o in porzioni a sezione obbligata, eseguite in qualsiasi dimensione anche in breccia, entro e fuori terra, a qualsiasi altezza.

Verranno impiegati i mezzi previsti dal progetto e/o ritenuti idonei dalla Direzione Lavori:

- scalpellatura a mano o meccanica;
- martello demolitore o clipper;
- attrezzature di taglio ad utensili diamantati;
- agenti demolitori non esplosivi ad azione chimica con espansione lenta e senza propagazione dell'onda d'urto.

Le demolizioni dovranno essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni in modo da prevenire qualsiasi infortunio al personale addetto, evitando inoltre tassativamente di gettare dall'alto i materiali i quali dovranno invece essere trasportati o guidati in basso.

Inoltre l'Impresa dovrà prevedere, a sua cura e spese, ad adottare tutti gli accorgimenti tecnici per puntellare e sbatacchiare le parti pericolanti e tutte le cautele al fine di non danneggiare le strutture sottostanti e le proprietà di terzi.

L'Impresa sarà pertanto responsabile di tutti i danni che una cattiva conduzione nelle operazioni di demolizioni potessero arrecare alle persone, alle opere e cose, anche di terzi.

Nel caso di demolizioni parziali potrà essere richiesto il trattamento con il getto di vapore a 373 K ed una pressione di 0,7<sup>±</sup>0,8 MPa per ottenere superfici di attacco pulite e pronte a ricevere i nuovi getti; i ferri dovranno essere tagliati, sabbiati e risagomati secondo le disposizioni progettuali.

#### **2.4.7. Idrodemolizioni**

L'idrodemolizione di strati di conglomerato cementizio su strutture dovrà essere effettuata con l'impiego di idonee attrezzature atte ad assicurare getti d'acqua a pressione modulabile fino a 1500 bar, con portate fino a 300 l/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'Impresa 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.

Dovranno rispondere inoltre alle vigenti norme di Legge in materia antinfortunistica, alle quali l'Impresa dovrà uniformarsi in sede operativa.

L'idrodemolizione dovrà lasciare la superficie della struttura adeguatamente ruvida per consentire l'aggrappo della malta reoplastica fibrorinforzata prevista per il risanamento superficiale (spessore circa 2 cm) del paramento a vista del muro di sostegno.

#### **2.4.8. Demolizione di pavimentazione totale o parziale di strati in conglomerato bituminoso realizzato con frese**

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.

La superficie del cavo (nel caso di demolizioni parziali del pacchetto) deve risultare perfettamente regolare in tutti i punti, priva di residui di strati non completamente fresati che possono compromettere l'aderenza dei nuovi tappeti da porre in opera.

L'Impresa si deve scrupolosamente attenere agli spessori di demolizione definiti dal progetto. Qualora questi dovessero risultare inadeguati a contingenti situazioni in essere e comunque diversi per difetto o per eccesso rispetto all'ordinativo di lavoro, l'Impresa è tenuta a darne immediata comunicazione al Direttore dei Lavori o ad un suo incaricato che potranno autorizzare la modifica delle quote di scarifica.

Il rilievo dei nuovi spessori 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 15 cm potrà essere effettuata con un solo passaggio di fresa, mentre per spessori superiori a 15 cm si devono effettuare due passaggi di cui il primo pari ad 1/3 dello spessore totale avendo cura di formare un gradino tra il primo ed il secondo strato demolito di almeno 10 cm 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.

#### **2.4.9. Demolizione dell'intera sovrastruttura realizzata con sistemi tradizionali**

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

Prima di qualsiasi intervento di demolizione devono essere verificati i sottoservizi eventualmente presenti e la loro quota esatta sotto il pacchetto di pavimentazione.

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

### **2.5. RINTERRI, BONIFICA GEOTECNICA E COMPATTAZIONE DEL PIANO DI POSA**

#### **2.5.1. Bonifica geotecnica e compattazione del piano di posa**

La bonifica geotecnica (intesa come la sostituzione della terra di coltivo con materiale da rilevato) del terreno di appoggio del rilevato, nell'accezione più generale, dovrà essere eseguita in conformità alle previsioni di progetto, ed ogni qualvolta nel corso dei lavori si dovessero trovare zone di terreno non idoneo e/o comunque non conforme alle specifiche di progetto.

Pertanto il terreno in sito, per la parte di scadenti caratteristiche meccaniche o contenente notevoli quantità di sostanze organiche, dovrà essere sostituito con materiale selezionato appartenente ai seguenti gruppi (CNR-UNI 11531-1/2024):

- A1, A3 se proveniente da cave di prestito; nel caso in cui il materiale appartenga al gruppo A3, deve presentare un coefficiente di uniformità (D60/D10) maggiore o uguale a 7;
- A1, A2-4, A2-5, A3, se proveniente dagli scavi; il materiale appartenente al gruppo A3 deve presentare un coefficiente di uniformità (D60/D10) maggiore o uguale a 7;

Il materiale dovrà essere messo in opera a strati di spessore non superiore a 50 cm (materiale sciolto) e compattato fino a raggiungere il 95% della massa volumica del secco massima ottenuta attraverso la prova di compattazione AASHO modificata (CNR 69 - 1978), (CNR 22 - 1972).

Per il materiale dei gruppi A2-4 e A2-5, gli strati dovranno avere spessore non superiore a 30 cm (materiale sciolto).

#### **2.5.2. Rinterri**

Il materiale da riutilizzare nei rinterri deve avere caratteristiche di qualità crescenti dal fondo dello scavo alla sua sommità.

Nella formazione dei suddetti rinterri dev'essere cura dell'Appaltatore procedere per strati orizzontali di pari altezza disponendo, contemporaneamente, le materie bene sminuzzate con maggior regolarità e precauzione, in modo da caricare uniformemente le murature per evitare le conseguenti "sfiancature" delle stesse.

Il materiale da impiegare nei reinterri non può essere scaricato direttamente contro le murature dagli automezzi, ma depositato in prossimità delle stesse e ripreso al momento della formazione dei reinterri stessi.

I danni derivanti dalla mancata o imperfetta osservanza delle prescrizioni dei capoversi precedenti sono a completo carico dell'Appaltatore, compresi gli eventuali maggiori danni derivanti dal ritardato completamento delle opere medesime.

### **2.5.3. Sistemazione superficiale**

La sistemazione delle aree superficiali dovrà essere effettuata con materiali selezionati appartenenti esclusivamente ai gruppi A1 - A2 - A3 (A1-a, A1-b, A2-4/7; A3). (CNR-UNI 11531-1/2024), con spandimento a strati opportunamente compattato fino a raggiungere il 95% della massa volumica del secco massima ottenuta con energia AASHO modificata (CNR 69 - 1978), (CNR 22 - 1972), procedendo alla regolarizzazione delle pendenze secondo le indicazioni del progetto. Il materiale appartenente al gruppo A3 dovrà presentare un coeff. di uniformità (D60/D10) maggiore o uguale a 7.

## **2.6. RILEVATI**

### **2.6.1. Generalità**

Nell'esecuzione sia degli scavi che dei rilevati è prevista la realizzazione di piste e rampe provvisorie, l'estirpamento di piante, arbusti e relative radici esistenti sia sui terreni da scavare che su quelli destinati all'impianto dei rilevati, nonché, in questo ultimo caso, al riempimento delle buche effettuate in dipendenza dell'estirpamento delle radici e delle piante, che dovrà essere effettuato con materiale idoneo messo in opera a strati di conveniente spessore e costipato.

### **2.6.2. Classificazione dei materiali**

I materiali che andranno a costituire l'infrastruttura stradale saranno classificati e riconosciuti idonei, in accordo con le seguenti Norme UNI.

Acqua	UNI EN 1008:2003
Terreni e aggregati naturali	UNI EN 14688-1:2002
Aggregati per materiali non legati	UNI EN 13242:2002
Aggregati per materiali legati con leganti idraulici	UNI EN 13242:2002
Miscele non legate	UNI EN 285:2003

### **2.6.3. Classificazione dei prodotti**

I prodotti che compongono l'infrastruttura stradale saranno classificati e riconosciuti idonei, in accordo con le seguenti norme UNI:

Bitumi e leganti bituminosi	UNI EN ISO 12591:2002
Leganti idraulici per impieghi stradali	UNI ENV 13282:2001
Geotessuti	UNI EN 13249:2001
Masselli in calcestruzzo	UNI EN 1338:2004

#### **2.6.4. Classificazione dei componenti ausiliari**

Segnaletica verticale permanente UNI EN 12899-1:2003

Segnaletica orizzontale UNI EN 1871:2000

#### **2.6.5. Tracciamenti**

Tutte le quote debbono essere riferite a capisaldi inamovibili, facilmente individuabili ed accessibili: le relative monografie ne individuano le coordinate piano-altimetriche. Esse sono redatte dall'Impresa in contraddittorio con la Direzione Lavori e sono allegate al verbale di consegna dei lavori. L'Appaltatore rimane responsabile della loro conservazione fino al collaudo.

#### **2.6.6. Riutilizzo dei terreni derivanti da scavi**

In relazione alle esigenze di carattere ambientale, sono da impiegare per quanto possibile i materiali estratti da scavi di ogni genere, sia per la formazione dei rilevati o per altre sistemazioni connesse all'intervento, purché essi risultino idonei all'impiego previsto.

I materiali provenienti dagli scavi non risultati idonei a tale impiego, sono collocati in siti di deposito; di contro, quando i materiali idonei scavati fossero insufficienti per la formazione dei rilevati, i volumi di terra integrativi sono prelevati da cave di prestito che l'Impresa deve caratterizzare quantitativamente e qualitativamente informando la Direzione dei Lavori sottoponendo i risultati di controlli di laboratorio.

In linea generale i materiali idonei provenienti dagli scavi debbono essere utilizzati immediatamente, senza far ricorso a luoghi di deposito provvisori. Nel caso in cui le materie provenienti dagli scavi dovessero essere temporaneamente accantonate, per essere utilizzate successivamente nei riempimenti di cavi, rinterri, eccetera, esse possono essere depositate nell'ambito del cantiere o in luoghi tali da non provocare danni a persone e cose ed intralci al traffico.

#### **2.6.7. Cave di prestito**

L'Appaltatore è tenuto a provvedere, a sua cura e spese, alle necessarie autorizzazioni previste dalle norme, dalle leggi e dai regolamenti vigenti in materia (se non implicite nell'approvazione del progetto), rimanendo responsabile di ogni eventuale danno a persone o cose connesso alla coltivazione delle cave e alla fornitura dei materiali. In carenza di atti formali di autorizzazione allo sfruttamento non può essere iniziato alcun prelievo di materiale dalle cave di prestito.

#### **2.6.8. Utilizzo di aggregati derivanti dal riciclo**

L'utilizzo di materiali inerti derivanti da demolizioni potrà avvenire solo se autorizzato dalla Direzione lavori e in accordo con quanto disposto dalle norme UNI EN 13285:2003 e UNI EN 13242: 2002 per la realizzazione di opere di ingegneria civile, fondazioni e sottofondi stradali.

Nel caso di materiali prodotti ai sensi del DECRETO 28 giugno 2024, n. 127, dovranno essere rispettati anche i criteri ivi riportati. Materiali prodotti precedentemente dovranno rispettare i criteri di cui alla Circolare MinAmbiente 5205 del 15 luglio 2005.

I prospetti di riferimento relativamente a quanto indicato nella suddetta norma UNI EN 13285:2003, sono unicamente quelli indicati con le sigle A.I e A.4, per aggregati derivanti dalla frantumazione di calcestruzzi e di pavimentazioni stradali, illustrati nelle seguenti tabelle:

Componenti		Percentuale in massa
Principale	Materiali da pavimentazioni stradali — incluso calcestruzzo frantumato, aggregati non legati e aggregati legati con leganti idraulici frantumati	>90
	Asfalto recuperato frantumato	<30
Contaminanti	Materiali coesivi (inclusa argilla)	<1
	Materiali organici	<0,1

Materiali derivanti dal riciclo di aggregati provenienti dalla frantumazione di muratura (Prospetto A.2 della norma UNI EN 13285), misti (Prospetto A.3 della norma UNI EN 13285), a discrezione del progettista e della Direzione dei lavori, potranno venire altresì impiegati per rilevati e per la bonifica geotecnica di piani di appoggio di rilevati in presenza di terreni caratterizzati da scarse caratteristiche fisiche e meccaniche.

Gli aggregati derivanti da riciclo potranno venire impiegati indifferentemente (tutte le tipologie) per il riempimento di scavi e trincee derivanti dalla realizzazione di condotte fognarie o linee di sotto servizio, a partire dalla sommità delle strato di ricoprimento della tubazione (in genere sabbia o calottatura in cls) fino al piano di posa della fondazione stradale.

In caso di utilizzo di aggregati riciclati descritti nel prospetto A.5 non è mai comunque ammessa una percentuale di materiale organico (incenerito o meno-) superiore al 2%.

Componenti		Percentuale in massa
Principale	Calcestruzzo frantumato (massa volumica > 2,1 Mg/m <sup>3</sup> ) e aggregati (incluse scorie)	>90
Altro granulare	Muratura frantumata	<10
	Asfalto recuperato frantumato	<5
Contaminanti	Materiali coesivi (inclusa argilla)	<1
	Materiali organici	<0,1

#### **2.6.9. Discariche e luoghi di deposito**

Le materie provenienti dagli scavi e non utilizzate o non utilizzabili per la costruzione dei rilevati e delle sistemazioni in generale, debbono essere gestite come rifiuto e conferite in impianti esterni autorizzati individuate in progetto ovvero nel rispetto delle leggi e dei regolamenti locali, in aree che l'Appaltatore può proporre, in aggiunta o in variante di queste, previa autorizzazione del Direttore dei Lavori.

Il deposito temporaneo delle terre e rocce da scavo deve in ogni caso rispettare i criteri di cui all'Art. 23 del DPR 120/17. Eventuali altri materiali dovranno essere gestiti in termini di deposito temporaneo nel rispetto dell'art. 185 bis del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.

Si deve in ogni caso evitare che le materie depositate possano arrecare danni (sia nel breve che nel lungo termine) alle opere realizzate ed alle proprietà limitrofe, come pure essere causa d'instabilità dei terreni adiacenti ed ostacolo al libero deflusso delle acque.

#### **2.6.10. Accumulo degli aggregati in cantiere**

La zona destinata al deposito degli aggregati derivanti dalle cave di prestito sarà preventivamente e convenientemente sistemata per evitare il contatto con elementi estranei (terreno di scavo, terreno vegetale, ristagni d'acqua) che possano compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi di

inerte dovranno essere nettamente separati tra loro, eseguendo le operazioni di rifornimento e di prelievo dagli stessi con massima cura al fine di evitare contaminazioni.

I luoghi di deposito della terra vegetale da utilizzarsi per la realizzazione di opere in verde, in particolare, debbono essere sistemati in modo da evitare venute e ristagni d'acqua, capaci di impedire l'ossigenazione della terra stessa.

### **2.6.11. Formazione dei rilevati**

I rilevati saranno eseguiti con le esatte forme e dimensioni indicate nei disegni di progetto, ma non dovranno superare la quota del piano di appoggio della fondazione stradale.

I rilevati con materiali corretti potranno essere eseguiti solo quando vi sia la possibilità di effettuare un tratto completo di rilevato ben definito delimitato tra due sezioni trasversali del corpo stradale.

Le materie di scavo, provenienti da tagli stradali o da qualsiasi altro lavoro che risultassero esuberanti sono da considerarsi di proprietà del Committente che indicherà all'Appaltatore il sito dove depositarli, comunque all'interno dell'area di proprietà; qualora le materie di scavo risultassero non idonee per la formazione dei rilevati o riempimento dei cavi, dovranno essere gestiti come rifiuto e trasportati a impianto esterno autorizzato di recupero/smaltimento, previo deposito temporaneo a debita distanza dai cigli.

Qualora una volta esauriti i materiali provenienti dagli scavi ritenuti idonei in base a quanto sopra detto, occorressero ulteriori quantitativi di materie per la formazione dei rilevati, si dovrà ricorrere al prelevamento di materie da cave di prestito o da altre forniture.

Il materiale costituente il corpo del rilevato dovrà essere messo in opera a strati di uniforme spessore, non eccedente cm 30.

Il rilevato per tutta la sua altezza dovrà presentare i requisiti di densità riferita alla densità massima secca AASHO modificata non inferiore al 90% negli strati inferiori ed al 95% in quello superiore (ultimi 30 cm).

Inoltre per tale ultimo strato, che costituirà il piano di posa della fondazione stradale, dovrà ottenersi un modulo di compressibilità  $M_d$  definito dalle Norme CNR 146/92, il cui valore, misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo di scarico e nell'intervallo di carico compreso fra 0,15 e 0,25 N/mm<sup>2</sup>, non dovrà essere inferiore a 50 N/mm<sup>2</sup>.

Ogni strato sarà costipato alla densità sopra specificata procedendo alla preventiva essiccazione del materiale se troppo umido, oppure al suo inaffiamento, se troppo secco, in modo da conseguire una umidità non diversa da quella ottima predeterminata in laboratorio, ma sempre inferiore al limite di ritiro.

Ogni strato dovrà presentare una superficie superiore conforme alla sagoma dell'opera finita così da evitare ristagni di acqua e danneggiamenti.

Per la realizzazione di un allargamento di un rilevato esistente si dovrà sagomare quest'ultimo creando gradoni di profondità massima non inferiore a 1,30 m e minima non inferiore a 0,30 m.

Le attrezzature di costipamento dovranno comunque essere atte ad esercitare sul materiale, a seconda del tipo di esso, un genere di energia costipante tale da assicurare il raggiungimento delle densità prescritte e previste per ogni singola categoria di lavoro.

In particolare i mezzi da utilizzare per un adeguato costipamento avranno indicativamente i seguenti impieghi:

- i rulli a piedi costipanti ed a segmenti sono d'impiego specifico per le terre fini coerenti (a prevalenza limosa);
- i rulli lisci vibranti sono particolarmente adatti per le terre granulari a prevalente grana grossa e, se molto pesanti, per le terre alluvionali contenenti elementi di grosse dimensioni;

- i rulli gommati sono mezzi versatili e polivalenti; in relazione alle possibilità di variare il peso e la pressione di gonfiaggio dei pneumatici si prestano sia per le terre fini, sia per le terre granulari, sia anche, nel caso di mezzi molto pesanti, per le terre contenenti grossi elementi;
- i rulli lisci statici vanno utilizzati esclusivamente per la finitura degli strati preliminarmente compattati con i rulli a piedi o con quelli gommati, per regolarizzare la superficie.

In ogni caso l'attitudine delle macchine di costipamento deve essere verificata in campo prova per ogni tipo di materiale che si prevede di impiegare.

La loro produzione, inoltre, deve risultare compatibile con quella delle altre fasi (scavo, trasporto e stesa) e con il programma temporale stabilito nel piano particolareggiato dei movimenti di materia. Quando l'umidità delle terre scavate è tale da non consentire il costipamento necessario a raggiungere l'addensamento e la portanza richiesti dalle presenti norme tecniche, l'Impresa è tenuta a mettere in atto i provvedimenti correttivi per modificare in senso conveniente il contenuto d'acqua naturale e/o, a seconda dei casi, a migliorarle mediante stabilizzazione. Per i materiali provenienti da tagli di roccia da utilizzare per la formazione di rilevati, si dovrà provvedere alla frantumazione in elementi di pezzatura massima pari a 200 mm. Tali elementi rocciosi dovranno essere distribuiti uniformemente nella massa del rilevato e non potranno essere impiegati alla formazione dello strato superiore di rilevato stesso per uno spessore non inferiore a 30 cm al di sotto del piano di posa della sovrastruttura stradale. Per il migliore rendimento energetico dei mezzi di costipamento è opportuno sceglierne la tipologia più idonea ed operare con umidità prossima a quella ottimale determinata in laboratorio mediante la prova AASHTO (CNR 69/78).

In particolare, in adiacenza dei manufatti, che di norma saranno costruiti prima della formazione dei rilevati, i materiali del rilevato dovranno essere aridi, privi di frazione argillosa, a prevalente grana grossa (Ghiaie e Sabbie) e costipati con energia dinamica di impatto.

Non si potrà sospendere la costruzione del rilevato, qualunque sia la causa, senza che ad esso sia stata data una configurazione e senza che nell'ultimo strato sia stata raggiunta la densità prescritta.

Nel caso in cui si prevede un'interruzione dei lavori di costruzione del rilevato di più giorni, l'Appaltatore è tenuto ad adottare ogni provvedimento per evitare infiltrazioni di acque meteoriche nel corpo del rilevato. Allo scopo, le superfici, ben livellate e compattate, debbono risultare sufficientemente chiuse e presentare pendenza trasversale non inferiore al 6%.

Se nei rilevati dovessero avvenire cedimenti differiti, dovuti a carenze costruttive, l'Appaltatore è obbligato ad eseguire a sue spese i lavori di ricarica, rinnovando, ove occorra, anche la sovrastruttura.

Nel caso di sospensione prolungata della costruzione, alla ripresa delle lavorazioni la parte di rilevato già eseguita deve essere ripulita dalle erbe e dalla vegetazione che vi si fosse insediata; inoltre lo strato superiore deve essere scarificato, praticandovi dei solchi per il collegamento dei nuovi strati; è prudente in questo caso ripetere le prove di controllo dell'addensamento e della portanza.

Il materiale dei rilevati potrà essere messo in opera durante i periodi le cui condizioni meteorologiche siano tali da non pregiudicare la buona riuscita del lavoro. L'inclinazione da dare alle scarpate sarà quella di cui alle sezioni di norma allegate al progetto.

#### **2.6.12. Posa in opera dei geotessili**

Il piano di stesa del geotessile dovrà essere perfettamente regolare. Dovrà essere curata la giunzione dei teli mediante sovrapposizione di almeno 30 cm nei due sensi longitudinale e trasversale. I teli non dovranno essere in alcun modo esposti al diretto passaggio dei mezzi di cantiere prima della loro totale copertura con materiale da rilevato per uno spessore di almeno 30 cm. Il geotessile dovrà presentare una resistenza a trazione UNI EN ISO 10319 > 25 KN/m.



La fase esecutiva di posa del geotessuto o del geotessile prevede il taglio a misura dello stesso e la posa direttamente a secco sul sottofondo. Le giunzioni tra i teli dovranno essere eseguite per sovrapposizione di almeno 30 cm.

#### **2.6.13. Riempimenti e ripristini degli scavi**

Il ripristino di cavi di fondazione intorno a strutture, il rinterro di cavi praticati per diversi scopi (ad esempio posa di sottoservizi), il riempimento a ridosso di murature ed opere di sostegno, presentano problemi speciali. La compattazione, generalmente difficoltosa per la ristrettezza degli spazi e per la delicatezza dei manufatti interessati, non deve giustificare rinuncia di sorta alle portanze prescritte. Per questi motivi occorre impiegare materiale granulare selezionato, efficacemente sensibile al costipamento per vibrazione.

Le terre trasportate mediante autocarri o mezzi simili, non debbono essere scaricate direttamente a ridosso dei cavi o al loro interno, ma depositate in loro vicinanza e successivamente poste in opera a strati per essere compattati con mezzi adatti. Si deve, inoltre, evitare di realizzare rilevati e/o rinterri in corrispondenza di manufatti murari che non abbiano raggiunto sufficienti caratteristiche di resistenza. Nel caso di inadempienza delle prescrizioni precedenti, è fatto obbligo all'Appaltatore di effettuare a suo carico tutte le riparazioni e ricostruzioni necessarie per garantire la sicurezza e la funzionalità dell'opera.

Inoltre, si deve evitare che i grossi rulli vibranti operino entro una distanza inferiore a 1,5 m dai paramenti delle strutture murarie. A tergo di tali strutture debbono essere impiegati mezzi di compattazione leggeri, quali piastre vibranti e rulli azionati a mano, avendo cura di garantire i requisiti di deformabilità e addensamento richiesti, operando su strati di spessore ridotto.

Nella formazione dei riempimenti ovvero di tratti di rilevato rimasti in sospeso per la presenza di tombini, canali, cavi, ecc., si deve garantire la continuità con la parte realizzata, impiegando materiali e livelli di compattazione identici. A ridosso delle murature dei manufatti, qualora in relazione alle caratteristiche dei terreni ed anche in aggiunta alle previsioni progettuali se ne ravvisi la necessità, la Direzione Lavori ha facoltà di ordinare la stabilizzazione a cemento riempimenti mediante miscelazione in sito del legante con i materiali predisposti, privati però delle pezzature maggiori di 40 mm.

Il cemento, del tipo normale, va aggiunto in ragione di 25-50 kg/m<sup>3</sup> di materiale compattato. La Direzione Lavori prescrive l'esatto quantitativo di cemento, entro i suddetti limiti, in funzione della granulometria del materiale impiegato. La miscela deve essere compattata procedendo per strati di spessore non superiore a 30 cm. Per il riempimento di scavi è consentito l'uso di aggregati derivanti da riciclaggio per frantumazione.

#### **2.6.14. Sottofondi**

Il sottofondo è il volume di terra nel quale risultano ancora sensibili le sollecitazioni indotte dal traffico e trasmesse dalla pavimentazione; rappresenta la zona di transizione fra il terreno in sito (nelle sezioni in trincea o a raso campagna) ovvero tra il rilevato e la pavimentazione. Il sottofondo deve possedere le seguenti caratteristiche:

- elevata regolarità della superficie finita per coniugare le imperfezioni e l'eterogeneità dei movimenti di terra con la necessità di disporre di un piano superiore di posa della pavimentazione ben profilato e sostanzialmente omogeneo;
- portanza sufficiente a garantire, in ogni suo punto (omogeneizzazione della portanza), i livelli di stabilità e di funzionalità ammessi in progetto per la soprastruttura, tutto ciò per mezzo delle sue proprietà fisiche e meccaniche e tenuto conto dello spessore.

Al sottofondo si richiede inoltre di proteggere in fase di costruzione gli strati sottostanti dall'infiltrazione d'acqua meteorica; durante l'esercizio, lo strato di fondazione soprastante dalle risalite di materiale fino inquinante.



Lo spessore totale dello strato di sottofondo che, a seconda dei casi è realizzato con la stesa ed il costipamento di uno o più strati, dipende dalla natura del materiale utilizzato, dalla portanza del supporto e da quella prevista in progetto per il piano di posa della soprastruttura.

Per la scelta del materiale e per i provvedimenti costruttivi occorre tener conto, inoltre, dei rischi d'imbibizione (derivanti dalla eventuale presenza di una falda superficiale), delle condizioni climatiche previste in fase costruttiva (precipitazioni) ed in fase di esercizio (gelo), nonché del prevedibile traffico di mezzi di cantiere e delle necessità connesse alla costruzione della pavimentazione.

Nella costruzione dei sottofondi devono essere utilizzati:

- terre granulari prive di elementi aventi dimensioni maggiori di  $D = 63$  mm, con assortimento granulometrico ben graduato (curve compatte), costituite preferibilmente con elementi a spigoli vivi, con poco fino (passante allo 0,063 mm minore del 12%) e non plastiche ( $IP < 6$ ) in grado di conferire agli strati finiti elevate proprietà meccaniche e buona impermeabilità;
- misti di fiume (naturali o corretti granulometricamente) e miscele di aggregati con granulometria 0/63 (UNI EN 13285) ben assortita;
- terre stabilizzate con leganti idraulici (con calce o con calce e cemento), nonché rocce tenere in disfacimento e/o auto cementanti;
- aggregati artificiali derivanti dal riciclo per frantumazione nei prospetti A.I e A.4 come indicati dalla norma UNI EN 13285/2003.

In questi ultimi due casi, l'attitudine all'impiego deve essere valutata mediante prove CBR di laboratorio ovvero misure di modulo di deformazione  $M_d$  sugli strati posti in opera, da prove preliminari in vera grandezza.

Per un rapido allontanamento delle acque meteoriche, i piani di sottofondo debbono essere sistemati con falde pendenti verso l'esterno (in rilevato) o verso le opere di raccolta delle acque, con pendenza trasversale non inferiore al 4%.

## **2.7. STRATI DI FONDAZIONE**

### **2.7.1. Descrizione**

Lo strato sarà costituito da una miscela di aggregati ottenuta mediante stabilizzazione di materiali naturali, artificiali o riciclati secondo le % previste da progetto (misto granulare) con l'aggiunta o meno di legante naturale, il quale è costituito da terra passante al setaccio 0,50 UNI 933-2.

L'aggregato potrà essere costituito da ghiaie di fiume, detriti di cava o rocce frantumate; potrà essere materiale reperito in sito, entro o fuori cantiere, oppure miscela di materiali aventi provenienze diverse, in proporzioni stabilite sulla base della norma UNI EN 13285. L'aggregato potrà avere origine dal riciclaggio per frantumazione in ottemperanza ai prospetti A.I e A.4 della stessa norma UNI EN 13285.

### **2.7.2. Caratteristiche dei materiali da impiegare**

#### **Aggregati**

Le fondazioni con misti di ghiaia o pietrisco e sabbia, aventi all'interno un contenuto di materia riciclata, recuperata o materie prime seconde nel rispetto di quanto previsto in progetto, dovranno essere formate con uno strato di materiale di spessore uniforme e di altezza proporzionata sia alla natura del sottofondo che alle caratteristiche del traffico. Di norma lo spessore dello strato da cilindrare non dovrà essere inferiore a 20 cm. Lo strato deve essere assestato mediante cilindratura. Se il materiale lo richiede per scarsità di potere legante, è necessario correggerlo con materiale adatto, aiutandone la penetrazione mediante leggero innaffiamento, tale che l'acqua non arrivi al sottofondo e che, per le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) non danneggi

la qualità dello strato stabilizzato, il quale dovrà essere rimosso e ricostituito a cura e spese dell'Appaltatore in caso di danni di questo tipo. Le cilindature dovranno essere condotte procedendo dai fianchi verso il centro. A lavoro finito, la superficie dovrà risultare parallela a quella prevista per il piano viabile. Le stesse norme valgono per le fondazioni costruite con materiale di recupero. Tale materiale non dovrà comprendere sostanze alterabili e che possono rigonfiare a contatto con l'acqua.

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

- l'aggregato non deve avere dimensioni superiori a 63 mm, né forma appiattita, allungata o lenticolare;
- granulometria compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo ed uniforme praticamente concorde a quello delle curve limite (*Tabella*):

APERTURA SETACCI ISO (mm)	PASSANTE TOTALE IN PESO %
Setaccio 63	100-100
Setaccio 40	84-100
Setaccio 20	70-92
Setaccio 14	60-85
Setaccio 8	46-72
Setaccio 4	30-56
Setaccio 2	24-44
Setaccio 0,25	8-20
Setaccio 0,063	6-12

- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 30% in peso;
- equivalente in sabbia misurato sulla frazione passante al setaccio ASTM n. 4; compreso tra 40 e 80 (la prova va eseguita con dispositivo meccanico di scuotimento).

Tale controllo dovrà anche essere eseguito per materiale prelevato dopo costipamento. Il limite superiore dell'equivalente in sabbia pari a 80 potrà essere modificato dalla DL in funzione delle provenienze e delle caratteristiche del materiale. Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso tra 40 e 60 la DL richiederà in ogni caso (anche se la miscela contiene più del 60% in peso di elementi frantumati) la verifica dell'indice di portanza CBR di cui al successivo comma. Indice di portanza C.B.R.<sup>2</sup> dopo quattro giorni di imbibizione in acqua (eseguito sul materiale passante al crivello UNI 25 mm) non minore di 50. È inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di + 2% rispetto all'umidità ottima di costipamento. 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 a, b, c, d, salvo nel caso citato al comma d) in cui la miscela abbia equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35. Anche per la fondazione sarà valida la classificazione secondo la UNI EN 10006.

### **2.7.3. Studio Preliminare**

Le caratteristiche suddette dovranno essere accertate dalla DL mediante prove di laboratorio sui campioni che l'Impresa avrà cura di presentare a tempo opportuno per la loro valutazione prima dell'inizio delle lavorazioni. Contemporaneamente l'Impresa dovrà indicare, per iscritto, le fonti di approvvigionamento, il tipo di

<sup>2</sup> UNI EN 13286-47

lavorazione che intende adottare, il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che verrà impiegata. I requisiti di accettazione verranno inoltre accertati con controlli della DL in corso d'opera, prelevando il materiale in sito già miscelato, prima e dopo avere effettuato il costipamento.

Lo studio completo dovrà comprendere le seguenti fasi:

- valutazione delle proprietà fisiche dell'aggregato o della miscela di aggregati;
- determinazione, per la frazione grossa, della resistenza alla frammentazione (coefficiente Los Angeles) e dei coefficienti di forma ed appiattimento;
- verifica, per il passante al setaccio da 2 mm, dell'equivalente in sabbia e dell'indice di plasticità;
- definizione della curva granulometrica ottimale;
- determinazione dell'umidità ottimale di costipamento;
- determinazione dell'indice di portanza CBR in condizioni di saturazione;
- indice di portanza CBR confezionato con il  $\pm 2\%$  rispetto all'umidità ottimale di costipamento.

#### **2.7.4. Modalità Esecutive fondazioni di pavimentazioni flessibili in conglomerato bituminoso**

Il piano di posa dello strato dovrà avere le quote, la sagoma e i requisiti di compattezza prescritti ed essere ripulito da materiale estraneo. Il materiale verrà steso in strati di spessore finito non superiore a 20 cm e non inferiore a 10 cm, e dovrà presentarsi, dopo costipato, uniformemente miscelato in modo da non presentare segregazione dei suoi componenti.

L'eventuale aggiunta di acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione della densità, è da effettuarsi mediante dispositivi spruzzatori.

A questo proposito si precisa che tutte le operazioni anzidette non devono essere eseguite quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato stabilizzato. Verificandosi comunque eccesso di umidità, o danni dovuti al gelo, lo strato compromesso dovrà essere rimosso e ricostruito.

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

Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli vibranti o vibranti gommati, tutti semoventi. L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno, per ogni cantiere, determinate con una prova sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere (prove di costipamento).

Il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 98% della densità massima fornita dalla prova AASHTO modificata. Il valore del modulo di compressibilità  $M_d$  nell'intervallo compreso fra 0,15 e 0,25 N/mm<sup>2</sup>, non dovrà essere inferiore ad 80 N/mm<sup>2</sup>.

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllato a mezzo di un regolo di 4,50 m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali. Lo spessore dovrà essere quello prescritto, con una tolleranza in più o in meno del 5%, purché questa differenza si presenti solo saltuariamente.

Sullo strato di fondazione compattato in conformità delle prescrizioni avanti indicate, è buona norma procedere subito alla esecuzione delle pavimentazioni, senza far trascorrere, tra le due fasi di lavoro un intervallo di tempo troppo lungo che potrebbe recare pregiudizio ai valori di portanza conseguiti dallo strato di fondazione a costipamento ultimato.

Ciò allo scopo di eliminare i fenomeni di allentamento, di asportazione e di disgregazione del materiale fine, interessanti la parte superficiale degli strati di fondazione che non siano adeguatamente protetti dal traffico di cantiere, ovvero dagli agenti atmosferici; nel caso in cui non sia possibile procedere immediatamente dopo la

stesa dello strato di fondazione alla realizzazione delle pavimentazioni, sarà opportuno procedere alla stesa di una mano di emulsione saturata con graniglia a protezione della superficie superiore dello strato di fondazione oppure eseguire analoghi trattamenti protettivi.

#### **2.7.5. 2.6.6 Norme di Controllo delle lavorazioni**

I controlli saranno eseguiti dalla Direzione Lavori o da un laboratorio di fiducia, ogni 1000 metri quadri e comunque ogni giornata di lavoro. Saranno verificate tutte le caratteristiche fisico/meccaniche della miscela posta in opera e le caratteristiche meccaniche e di addensamento dello strato di fondazione, secondo quanto riportato nel presente capitolato con le seguenti tolleranze.

REQUISITO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE
Aggregato grosso (trattenuto al setaccio da 2 mm)	UNI EN 933-1	%	+/- 7
Aggregato fine (passante al setaccio da 2 mm e trattenuto al 0,063 mm)	UNI EN 933-1	%	+/- 4
Filler (passante al setaccio 0,063 mm)	UNI EN 933-1	%	+/- 3

REQUISITO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE
Modulo di deformazione (intervallo 0,15 - 0,25 N/mm <sup>2</sup> ) a 24 ore dalla compattazione	CNR B.U. 146	N/mm <sup>2</sup>	>80
Densità in situ (rispetto alla densità massima Proctor)	CNR B.U. 22	%	>95
Filler (passante al setaccio 0,063 mm)	UNI EN 13286-47	%	>50

#### **2.7.6. Prove di portanza**

La portanza dello strato dovrà essere rilevata mediante LWD (Light Weight Deflectometer) valori min 40 Mpa dopo 4 ore e 100 Mpa dopo 1gg in accordo alla norma ASTM E2583-07 "Standard Test Method for Measuring Deflections with a Light Weight Deflectometer (LWD)". In particolare andranno eseguite applicando una sforzo di sollecitazione pari a circa 70 kPa mentre la durata dell'impulso di carico sarà pari a circa 30 msec. Tale configurazione si ottiene utilizzando il carico da 10 Kg con una altezza di caduta (distanza tra terreno e base del carico) pari a 100 cm. Le battute del LWD, secondo quanto indicato nella Norma, dovranno essere ripetute fino ad ammettere uno scarto tra le deflessioni a centro piastra  $\leq 3\%$ ; Pur nel rispetto del limite di modulo elastico richiesto, se non viene raggiunto il limite dello scarto tra due deflessioni consecutive dopo 4 ripetizioni per più di 5 punti di misura distanziati di almeno 5 metri tra loro lo strato andrà riaddensato. Le prove eseguite, salvabili su file informatico, devono registrare almeno la pressione effettivamente applicata, il tempo di applicazione del carico, la deflessione al centro piastra ed il modulo elastico. Il modulo elastico viene calcolato con la seguente espressione:

$$E = f \cdot (1 - \nu) \cdot \sigma \cdot r / d_0$$

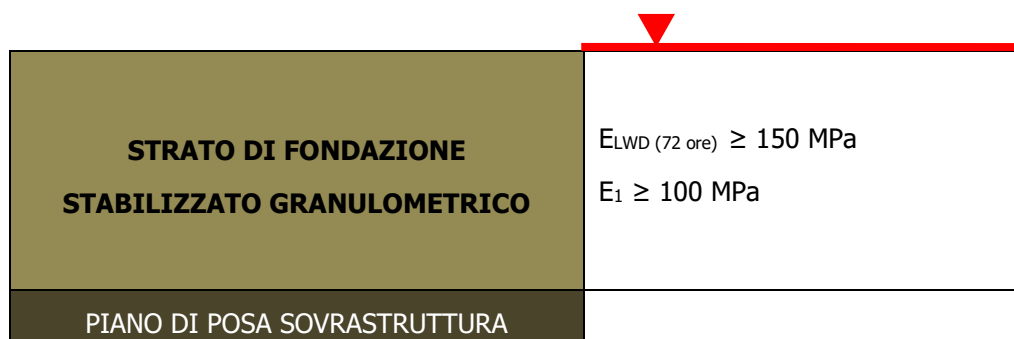
Con

- $f = 2$ ,
- $\nu = 0,25$
- $\sigma$  = sforzo effettivamente applicato (intorno a 70 kPa),
- $r = 150$  mm (raggio della piastra)
- $d_0$  = deflessione misurata al centro piastra.

La DL effettuerà tale controllo prima della stesa degli strati superiori; in caso di carenze interromperà le lavorazioni successive fino all'ottenimento del valore richiesto. Lo spessore dello strato dovrà essere verificato con la frequenza di almeno un carotaggio ogni 400 m. di strada o carreggiata. Lo spessore stabilito non dovrà avere tolleranze in difetto superiori al 5% nel 98% dei rilevamenti; in caso contrario sia per la planarità che per le zone omogenee con spessore in difetto sarà obbligo dell'Appaltatore a sua cura e spesa compensare gli spessori carenti incrementando in egual misura lo spessore in conglomerato bituminoso sovrastante.

In aggiunta, utili indicazioni possono altresì essere ottenute da prove di carico con piastra (VSS) sullo strato di fondazione finito. In questo caso, tuttavia, si deve tener conto dei tempi di maturazione (min. 72 ore) e delle caratteristiche locali della sottofondazione che influenzano il risultato.

Si ritiene che il modulo di deformazione al primo ciclo di carico ( $E_1$ ) calcolato per un  $p = 0,15 \div 0,25$  MPa, tenendo conto della variabilità del modulo del piano di posa, in accordo alla CNR BU 146/92, debba raggiungere un valore minimo  $\geq 100$  MPa.



## 2.8. LEGANTI BITUMINOSI

### 2.8.1. Generalità

Per leganti bituminosi semisolidi si intendono i bitumi per uso stradale costituiti sia da bitumi di base che da bitumi additivati. In sede di qualificazione dovranno essere sottoposti a verifica mediante prove di laboratorio su campioni che l'Impresa dovrà fornire a tempo opportuno, prima dell'inizio delle lavorazioni. Su richiesta della Direzione Lavori tali prove potranno essere effettuate anche in corso d'opera mediante prelievi nei cantieri di confezionamento del conglomerato bituminoso. Tutte le spese per le prove sono a carico dell'Appaltatore.

### 2.8.2. Leganti bituminosi semisolidi di base additivato

Questi leganti sono quei leganti bituminosi di normale produzione (bitume normale) impiegati per il confezionamento di conglomerati bituminosi per pavimentazioni stradali ed aventi le caratteristiche riportate in *Tabella*. La *Tabella* riporta:

- nella prima parte le caratteristiche dei leganti da impiegare per il confezionamento dei conglomerati bituminosi di usura e binder;
- nella seconda parte (righe 9 e 10) le caratteristiche dei campioni di legante bituminoso sottoposti ad invecchiamento artificiale per lo studio della loro affidabilità di impiego.

	Caratteristiche	Unità di misura	Valori
	<b>PARTE PRIMA</b>		
1	Penetrazione a 25°C.	dmm	50-70
2	Punto di rammollimento	°C	45-60
4	Punto di rottura (Fraass), min.	°C	≤-6
5	Ritorno Elastico	%	-
6	Stabilità allo stoccaggio tube test	°C	-
7	Viscosità dinamica a T=160°C.	Pa x s	0,03-0,10
8	<b>PARTE SECONDA</b> Valori dopo RTFOT		
9	Incremento del punto di rammollimento	°C	≤9
10	Penetrazione residua.	%	≥40

Il legante dovrà essere additivato con riduttori di viscosità al fine di ottenere miscele “warm” (Warm Mix Asphalt - tecnologia dei conglomerati tiepidi) e dovrà comunque garantire i valori riportati nella *Tabella* di cui sopra. Tale additivazione dovrà consentire di limitare la temperatura di posa della miscela bituminosa al valore massimo di 120°, in accordo al D.M. 5 agosto 2024 recante Criteri Ambientali Minimi per l'affidamento del servizio di progettazione ed esecuzione dei lavori di costruzione, manutenzione e adeguamento delle infrastrutture stradali (CAM Strade).

#### Normative per la determinazione delle caratteristiche dei leganti bituminosi

- Penetrazione - Normativa UNI EN 1426
- Punto di rammollimento - Normativa UNI EN 1427
- Punto di rottura Fraass - Normativa UNI EN 12593
- Ritorno elastico - Normativa UNI EN 13398
- Stabilità allo stoccaggio tube test - Normativa UNI EN 13399
- Viscosità dinamica - Normativa UNI EN 13302 (Viscosimetro Rotazionale Brookfield)
- Perdita per riscaldamento in strato sottile - Normativa UNI EN 12607-1
- Modulo Complesso - Normativa UNI EN 14770<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Per la determinazione del modulo complesso e dell'angolo di fase dei bitumi modificati potranno essere richieste prove dinamiche in regime oscillatorio attraverso l'utilizzo del DSR in accordo alla UNI EN 14770.

## 2.9. EMULSIONI BITUMINOSE

### 2.9.1. Emulsioni bituminose modificate per mani d'attacco

Le emulsioni bituminose modificate con elastomeri SBS-R (stirene-butadiene-stirene) dovranno essere impiegate come mano di attacco tra due strati sovrapposti di cui almeno uno in conglomerato bituminoso, ovverosia: tra fondazione e base, tra misto cementato e base, tra base e binder e tra binder e strato di usura. L'emulsione bituminosa utilizzata per la mano d'attacco dovrà avere le caratteristiche descritte in *Tabella*:

Caratteristiche	Unità di misura	Valori
Contenuto d'acqua	% in peso	≤40
Contenuto di bitume	% in peso	≥60
Grado di acidità		2-4
Sedimentazione a 7gg	%	<10
<b>Caratteristiche del bitume estratto</b>		
Penetrazione a 25°	dmm	50-70
Punto di rammollimento	°C	55-75
Punto di rottura Frass	°C	≤-10
Ritorno Elastico	%	≥ 55

### 2.9.2. Emulsioni bituminose modificate per lavori di riciclaggio a freddo

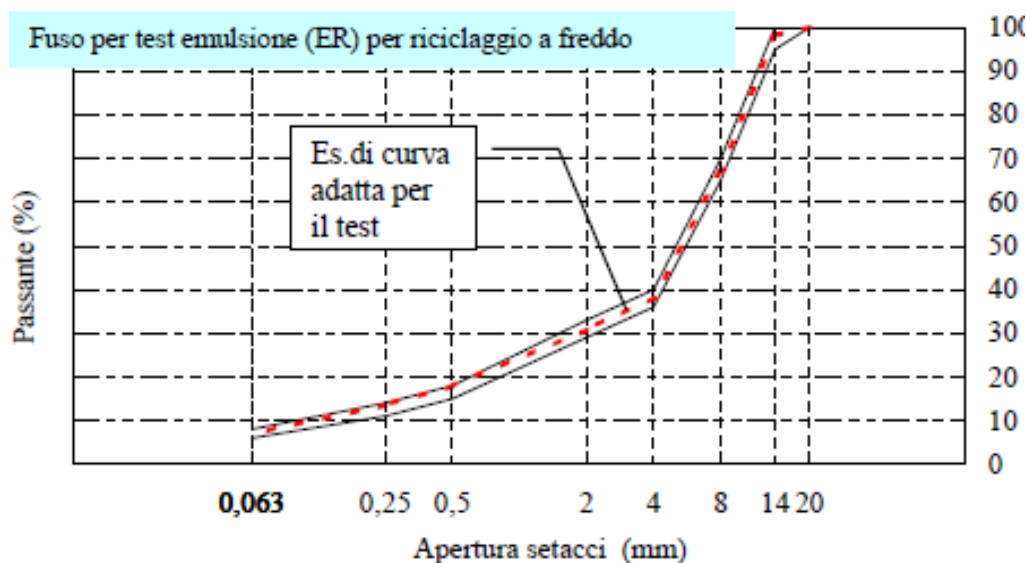
Nel confezionamento di conglomerati bituminosi riciclati a freddo per strato di base, si dovrà impiegare come legante un'emulsione bituminosa acida modificata (con SBS e/o lattice) secondo i parametri della *Tabella*. L'emulsione dovrà avere caratteristiche di stabilità/velocità di rottura adatte alla tecnologia del riciclaggio impiegata.

Caratteristiche	Unità di misura	Valori
Contenuto d'acqua	% in peso	≤40
Contenuto di bitume	% in peso	≥60
Grado di acidità		2-4
Sedimentazione a 7gg	%	<10
<b>Caratteristiche del bitume estratto</b>		
Penetrazione a 25°	dmm	50-70
Punto di rammollimento	°C	55-75
Punto di rottura Frass	°C	≤-10
Ritorno Elastico	%	≥ 55



### 2.9.3. Verifica Prestazionale di emulsioni bituminose modificate per lavori di riciclaggio a freddo

In aggiunta al punto precedente l'emulsione modificata da riciclaggio a freddo va inoltre verificata mediante materiale in curva standard di riferimento. La miscela di riferimento (variando le percentuali e se necessario selezionando il materiale a partire dalle classi granulometriche disponibili) dovrà essere contenuta nel fuso indicato e dovrà essere realizzato con aggregati di tipo basalto e filler, in modo da rientrare nel fuso illustrato; andrà aggiunta l'emulsione da verificare al 9,5% (in peso sulla miscela) e null'altro; gli aggregati devono essere poliedrici ed esenti da materiali estranei. Gli aggregati devono essere poliedrici ed esenti da materiali estranei.



Con il materiale in curva legato con l'emulsione da testare andranno realizzati 6 provini (diametro 100mm) con pressa giratoria a 180 giri da rompere a diametrale a 25 °C a 3 gg e a 7 gg; i risultati dovranno essere:

	<b>3gg (media di 3 valori)</b>	<b>7gg (media di 3 valori)</b>
ITS 25°C (MPa)	0,26-0,35	0,30-0,50
CTI 25°C (MPa)	≥13	≥18

I provini dovranno essere maturati a 40°C.

#### **Normativa di riferimento per la determinazione delle caratteristiche dei leganti bituminosi**

Contenuto di bitume (residuo per distillazione) Normativa UNI EN 1431

Contenuto d'acqua Normativa UNI EN 1428

Grado di acidità Normativa UNI EN 12850

Sedimentazione a 7 gg Normativa UNI EN 12847



## **2.10. PAVIMENTAZIONI IN CONGLOMERATI BITUMINOSI**

### **2.10.1. Specifiche generali per il confezionamento di conglomerati bituminosi**

Il conglomerato sarà confezionato in impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte che dovranno assicurare una elevata qualità del prodotto. La potenzialità di produzione dovrà garantire la continuità di fornitura durante la stesa, evitando soste od interruzioni di approvvigionamento.

La produzione di ciascun impianto non dovrà comunque essere spinta oltre la sua potenzialità per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati.

L'impianto dovrà comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di confezionare 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; diverse modalità di dosaggio dovranno essere esplicitamente accettate dalla Direzione dei Lavori. Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta (sempre rispondente ai criteri 2.2.3 e 3.1.3 del D.M. 5 agosto 2024) e a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione nonché il perfetto dosaggio sia del bitume sia dell'additivo.

La zona destinata al deposito degli inerti sarà preventivamente e convenientemente sistemata per evitare il contatto con elementi estranei (particelle argillose, ristagni di acqua ecc.) che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura onde evitare contaminazioni.

Si farà uso di almeno 5 classi di aggregati (tipi di pezzature) con predosatori in numero corrispondenti alle classi impiegate.

Il tempo di miscelazione 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 dovrà essere superiore ai 20 secondi.

La massima temperatura di miscelazione all'impianto di produzione del conglomerato bituminoso con bitume tal quale dovrà essere inferiore di 20°C rispetto a quella massima imposta dalle normative della serie UNI EN 13108 in base al grado del bitume utilizzato. La temperatura effettiva di miscelazione sarà scelta sulla base delle temperature esterne, delle caratteristiche dei materiali componenti e loro modalità di stoccaggio, della distanza del cantiere dall'impianto, in modo da avere la corretta temperatura di posa, mai superiore a 120°C per conglomerati bituminosi con bitumi normali. Per la verifica delle suddette temperature, gli essiccatori, i serbatoi 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% in peso.

### **2.10.2. Trasporto delle miscele**

Il trasporto del conglomerato bituminoso 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 grumi.

### **2.10.3. Strato di eco-base in conglomerato bituminoso riciclato a freddo**

#### **Conglomerato bituminoso riciclato (fresato) – modalità di reimpiego**

La classificazione del materiale fresato, presente all'interno dello strato in % pari almeno al 35 in peso sugli inerti, andrà fatta secondo la UNI EN 13108/8. I conglomerati bituminosi fresati dalle pavimentazioni, per brevità chiamati nel seguito "fresati", sono materiali provenienti da fresature dirette, a freddo, o da demolizioni a blocchi di pavimentazioni preesistenti sottoposte a successiva frantumazione. Il fresato potrà provenire, oltre che dalle operazioni di demolizioni effettuate direttamente in situ nell'ambito del cantiere, anche da altri siti di stoccaggio, purché conforme alle prescrizioni delle norme vigenti in materia ambientale. In ragione delle quantità necessarie, nell'ambito del presente Appalto, si ricorrerà a fresato proveniente da altri siti di stoccaggio

L'impiego del fresato deve rispondere a quanto prescritto dal TU Ambientale 152/06. In particolare, la messa in riserva e l'impiego di fresato per gli usi sopra descritti, al di fuori dei conglomerati bituminosi, è subordinato all'esecuzione del "test di cessione" sul rifiuto eseguito sul materiale tal quale, secondo il metodo riportato in allegato n° 3 al Decreto Ministeriale del Ministero dell'Ambiente n° 72 del 5 febbraio 1998 (Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero ai sensi degli articoli 31 e 33 del DL n° 22 del 5 febbraio 1997). I materiali risultanti positivi o vengono inertizzati prima dell'uso (per lavaggio o per rivestimento con calce) o devono essere inviati a discarica autorizzata. La durata della messa a riserva provvisoria non deve mai superare un anno, ed il suo utilizzo al di fuori dei conglomerati bituminosi deve essere accompagnato da un progetto da presentare con la richiesta di sistemazione definitiva. Ai fini del massimo reimpiego nelle miscele a freddo di conglomerati bituminosi fresati, si danno qui di seguito le indicazioni necessarie al corretto utilizzo. Per gli strati di base, basebinder e binder si possono usare fresati di qualsiasi provenienza, mentre per le miscele da impiegare negli strati di usura va usato solo fresato proveniente da strati di usura drenanti o meno. Tutto il fresato prima dell'impiego va "vagliato" al 30 mm, per gli strati di base e basebinder, e al 20 mm per gli strati di binder e usura; ciò al fine di evitare di comprendere elementi grossolani e per ridurre la "variabilità" della miscela. L'impiego dei fresati comporta l'impiego di rigeneranti (1 - 5% in peso sul bitume totale) per il vecchio bitume; tali rigeneranti devono essere approvati e vanno impiegati in particolari zone (es. zone ad elevato traffico) e sempre su indicazione della DL. In caso di impiego di fresato le percentuali minime di bitume totale salgono di 0,2% per tutte le miscele considerando nella miscela totale anche il bitume contenuto nel fresato. Il controllo della percentuale di fresato da parte della DL potrà essere effettuato direttamente in impianto.

#### **Conglomerato bituminoso riciclato a freddo per la formazione dello strato di base**

Il conglomerato bituminoso riciclato a freddo, direttamente in sito o in impianto (fisso o mobile) viene realizzato mediante idonee attrezzature che consentano di impastare, stendere e compattare la miscela costituita dal conglomerato bituminoso di riciclo, eventuali inerti di integrazione, emulsione di bitume modificato, acqua, cemento ed eventuali additivi. Il conglomerato bituminoso di riciclo può provenire dalla frantumazione con macchina fresatrice, direttamente dalla sua primitiva posizione, oppure da siti di stoccaggio autorizzati di materiale proveniente dalla demolizione di pavimentazioni stradali.

#### **Materiali costituenti e loro qualificazione**

Per conglomerato bituminoso di recupero (riciclato) deve intendersi il conglomerato proveniente dalla demolizione (anche parziale) di pavimentazioni stradali o aeroportuali. La demolizione può essere eseguita con macchine fresatrici o con macchine di altro tipo (escavatori, ecc.). In questo secondo caso il materiale di recupero deve essere sottoposto ad un processo di frantumazione – disaggregazione per la riduzione dei blocchi e delle placche alle dimensioni adeguate al suo riutilizzo. Il conglomerato bituminoso riciclato, nei casi in cui la miscelazione sia prevista in impianto (fisso o mobile) deve essere vagliato prima del suo reimpiego per

eliminare eventuali elementi (grumi, placche, ecc.) di dimensioni superiori al Dmax previsto per la miscela. Tale operazione non è necessaria quando è prevista la miscelazione in sito mediante pulvimixer. Nel caso sia previsto l'impiego di conglomerato di recupero di provenienza esterna al cantiere, esso deve essere preventivamente qualificato in conformità alla norma UNI EN 13108-8. La granulometria del conglomerato di recupero deve essere eseguita per via umida sul materiale prelevato all'impianto, dopo la vagliatura, oppure dopo un passaggio di pulvimixer quando sia prevista la miscelazione in sito. Qualora la composizione granulometrica del materiale fresato non consenta la realizzazione della curva di progetto e/o il bitume nel conglomerato da riciclare sia maggiore del 5%, la miscela deve essere integrata con aggregati nuovi, grossi e fini, costituiti da elementi ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali (rocce, aggregati naturali tondeggianti, aggregati naturali a spigoli vivi). Gli aggregati impiegati devono essere qualificati in conformità al Regolamento (UE) N. 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della Norma Europea Armonizzata UNI EN 13043. Le caratteristiche tecniche degli aggregati ed i metodi di attestazione devono essere conformi al Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 16 novembre 2009. La designazione dell'aggregato grosso deve essere effettuata mediante le dimensioni degli stacci appartenenti al gruppo di base più gruppo 2 della UNI EN 13043. L'aggregato grosso può essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella *Tabella*.

Resistenza alla frammentazione <i>Los Angeles</i>	UNI EN 1097-2	%	≤30
Percentuale di particelle frantumate	UNI EN 955-5	%	100
Dimensione Max	UNI EN 933-1	Mm	31,5
Passante allo 0,063	UNI EN 933-1	%	≤1
Resistenza al gelo e disgelo	UNI EN 1367-1	%	≤1
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3	%	≤30
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	%	≤1,5

L'aggregato fine potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella *Tabella*.

Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	%	≥60
Quantità di frantumato		%	100
Passante allo 0,063	UNI EN 933-1	%	≤2
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12		NP
Limite liquido	UNI CEN ISO/TS 17892-12	%	≤25

L'aggregato fine potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella 12. Il possesso dei requisiti elencati nelle tabelle 11 e 12 viene verificato dalla Direzione Lavori sulla base dei valori riportati nella documentazione di marcatura CE predisposta dal produttore degli aggregati. La documentazione, comprendente l'etichetta di marcatura CE e la Dichiarazione di Prestazione (DoP), deve essere consegnata alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori. Resta salva la facoltà del Direttore Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore. Per i requisiti di accettazione eventualmente non riportati nella Dichiarazione di Prestazione la Direzione Lavori richiederà certificazione delle relative prove da effettuarsi presso laboratori accreditati. Il legante finale deve essere costituito dal bitume presente nel conglomerato riciclato integrato con

quello proveniente dall'emulsione bituminosa formulata con bitume modificato con polimeri. L'emulsione per il riciclaggio a freddo deve essere un'emulsione cationica a rottura lenta con il 60% di bitume residuo (designazione secondo UNI EN 13808: C60BP10) rispondente alle specifiche indicate nell'Art.9. possesso dei requisiti dell'emulsione bituminosa viene verificato dalla Direzione Lavori sulla base dei valori riportati nella documentazione di marcatura CE predisposta dal produttore. La documentazione, comprendente l'etichetta di marcatura CE e la Dichiarazione di Prestazione (DoP), deve essere consegnata alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori. I cementi impiegati dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento prodotti da costruzione 305/2011/CPR con dichiarazione di prestazione (DoP). Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13282-1 (Rapid gardening hydraulic road binders) e UNI EN 13282-2 (Normal gardening hydraulic road binders). È preferibile usare legante idraulico resistente ai solfati (SR 0) e a basso calore d'idratazione, il suo dosaggio deve essere determinato con specifici studi di laboratorio.

L'acqua impiegata deve essere esente da impurità dannose, conforme alla norma UNI EN 1008. Le miscele dovranno avere una composizione granulometrica determinata in conformità con la UNI EN 13108-1 e UNI EN 12697-2 utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base+2 e compresa nei fusi di seguito elencati e una percentuale di bitume riferita al peso della miscela. Composizioni granulometriche indicative (fusi da usare come limiti nelle curve di progetto) sono riportate in *Tabella*.

APERTURA SETACCI ISO (mm)	PASSANTE TOTALE IN PESO (%)
Setaccio 63	100-100
Setaccio 40	95-100
Setaccio 22,5	70-95
Setaccio 10	50-75
Setaccio 4	30-42
Setaccio 2	20-35
Setaccio 0,5	10-18
Setaccio 0,063	4-8

Il fresato può essere corretto granulometricamente mediante granulazione e/o vagliatura ovvero mediante l'aggiunta di inerti di dimensioni e caratteristiche tali da riportare la curva granulometrica nel fuso richiesto fino a ad una percentuale massima pari al 70% in peso sugli inerti.

### **Studio della miscela**

Le percentuali ottimali di emulsione bituminosa (di bitume modificato con polimeri), cemento, acqua e dell'eventuale integrazione di aggregati sono stabilite mediante uno specifico studio in laboratorio. Nel caso di riciclaggio del conglomerato bituminoso della pavimentazione esistente, per una corretta valutazione delle caratteristiche del materiale della tratta stradale interessata, devono esser eseguiti prelievi ogni 500 m, eventualmente intensificati in caso di disomogeneità. Quando è prevista la miscelazione con pulvimixer i campioni degli aggregati per lo studio della miscela devono esser prelevati in cantiere, subito dopo un passaggio di pulvimixer senza la stesa dei leganti. Prima di definire la giusta combinazione di leganti, deve essere determinato il contenuto ottimale di acqua sulla miscela granulare con il 2% in peso di cemento, secondo le indicazioni riportate nella *Tabella*. I provini con diverso contenuto di acqua devono essere compattati con pressa giratoria (UNI EN 12697-31) nelle seguenti condizioni di prova:

- Tipo di fustella: NON drenata
- Angolo di rotazione:  $1.25^\circ \pm 0.02^\circ$
- Velocità di rotazione: 30 rotazioni al minuto
- Pressione verticale: 600 kPa.
- Dimensioni provino: 150 mm n° giri: 100
- Peso campione: 2800 g (comprensivi di cemento e acqua)

Nel caso in cui gli elementi più grossolani impediscano la produzione di provini geometricamente regolari deve essere eliminato il trattenuto al setaccio da 20 mm.

Cemento	%	2					
Acqua	%	3	4	5	6	7	8
Provini n°	%	1	2	3	4	5	6

Ogni provino deve essere pesato prima e dopo la compattazione al fine di determinare la percentuale di(eventuale) acqua espulsa. I provini così ottenuti devono essere essiccati fino a peso costante in stufa a  $40^\circ\text{C}$  e sottoposti a prova per la valutazione della massa volumica (UNI EN 12697-6/procedura D). Il contenuto ottimo di acqua sarà quello che permette di raggiungere il valore più elevato di massa volumica della miscela (secca) e un quantitativo di acqua espulsa durante la compattazione minore dello 0,5. Secondo la stessa procedura di compattazione e con il contenuto di acqua ottimo, devono essere confezionati provini con differenti quantità (percentuali riferite al peso degli inerti) di cemento ed emulsione bituminosa (di bitume modificato con polimeri), come indicato nella *Tabella*.

Acqua	Contenuto Ottimo									
Cemento	%	1,5			2			2,5		
Emulsione	%	3	3,5	4	3	3,5	4	3	3,5	4
Provini	N°	4	4	4	4	4	4	4	4	4

Nel contenuto ottimo di acqua della miscela bisogna considerare anche l'acqua apportata dall'emulsione. I provini così confezionati devono subire una maturazione a  $40^\circ\text{C}$  per 72 ore e successivamente devono essere sottoposti a prova di resistenza a trazione indiretta (UNI EN 12697/23), dopo un condizionamento per 4 ore in camera climatica a  $25^\circ\text{C}$ . Tali provini devono fornire resistenza a trazione indiretta  $\text{ITS} > 0,35 \text{ MPa}$ . Sui provini confezionati con le miscele che soddisfano i requisiti di resistenza a trazione indiretta, maturati per 72 ore a  $40^\circ\text{C}$ , si devono determinare: modulo di rigidezza in configurazione di trazione indiretta (spostamento orizzontale imposto  $5 \pm 0.2 \mu\text{m}$ ) secondo la Norma UNI EN 12697/26; perdita di resistenza dopo imbibizione a  $25^\circ\text{C}$  per 1 ora sottovuoto a 50 mm di mercurio. La miscela ottima di progetto sarà quella che fornisce il modulo di rigidezza a  $20^\circ\text{C}$  più piccolo tra quelli che risultano maggiori di 3,0 GPa e la resistenza a trazione indiretta dopo imbibizione maggiore del 70% di quella ottenuta su provini non immersi in acqua. Sulla miscela ottima si deve determinare la densità geometrica a 100 giri di pressa giratoria che costituisce il riferimento per il controllo della densità in sito. L'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori, almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori e per ogni cantiere di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare; ogni composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati. Una

volta accettata dalla Direzione Lavori la composizione granulometrica di progetto, non saranno ammesse variazioni delle singole percentuali dei trattenuti di  $\pm 10$  per gli aggregati riciclati, di  $\pm 5$  per gli aggregati di integrazione. Per la percentuale emulsione bituminosa (determinata per differenza tra la quantità di legante complessivo e la quantità di bitume contenuta nel fresato) non deve essere tollerato uno scostamento da quella di progetto di  $\pm 0,25$ . Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate al momento della stesa, come pure dall'esame delle carote prelevate in sito.

### **Confezione posa in opera delle miscele**

Il conglomerato bituminoso riciclato a freddo può essere realizzato mediante un "treno" di riciclaggio costituito da: fresa, macchina stabilizzatrice (pulvimixer), autobotte per l'emulsione bituminosa, autobotte per l'acqua, livellatrice e almeno n. 2 rulli. Subito dopo la miscelazione si deve procedere al livellamento del conglomerato ed alla compattazione mediante l'impiego di un rullo vibrante di peso  $> 18$  ton con controllo di frequenza e di ampiezza di vibrazione e di un rullo gommato di carico statico  $> 25$  ton. La compattazione deve essere condotta con la metodologia più adeguata per ottenere un uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso. In alternativa all'impianto di riciclaggio semovente, per la confezione delle miscele potrà essere utilizzato un impianto mobile da installare in cantiere. L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione. In questo caso la stesa viene effettuata con macchina vibrofinitrice cui segue la compattazione come nel caso del treno di riciclaggio. Il riciclaggio a freddo deve essere sospeso con temperatura dell'aria inferiore ai  $10^{\circ}\text{C}$  e comunque quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro. Ultimato il costipamento, compatibilmente con le attività di cantiere, lo strato deve essere fatto maturare per qualche giorno, favorendo l'evaporazione dell'acqua, prima di essere coperto. Quando invece è prevista pioggia lo strato deve essere immediatamente protetto. In entrambi i casi viene utilizzata emulsione a lenta rottura, eventualmente anche la stessa usata nella formazione della miscela, con un dosaggio di circa  $1,5 \text{ kg/m}^2$ , e successivo spargimento di graniglia o sabbia.

### **Controlli**

Il controllo della qualità degli strati stabilizzati con cemento ed emulsione bituminosa deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in situ. L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono a discrezione della Direzione Lavori. Sui materiali costituenti devono essere verificate le caratteristiche di accettabilità. Sulla miscela vengono determinate: la percentuale d'acqua e la granulometria degli aggregati (riciclati e di integrazione). Su provini confezionati direttamente in cantiere con pressa giratoria vengono eseguite prove di resistenza a trazione indiretta (UNI EN 12697-23) e modulo di rigidezza per trazione indiretta (UNI EN 12697-26, Annesso C). Dopo 90 giorni dal trattamento vengono eseguite prove per la determinazione del modulo elastico dinamico mediante macchina a massa battente (Falling Weight Deflectometer – FWD) ed il prelievo di carote per il controllo del peso di volume e la verifica degli spessori. Sulle carote possono inoltre, a discrezione della Direzione Lavori, essere determinati la resistenza a trazione indiretta (UNI EN 12697-23) ed il modulo di rigidezza (UNI EN 12697-26, Annesso C). A compattazione ultimata la densità in sito, nel 95% dei punti controllati (con volumometro o prelievo di carote), non deve essere inferiore al 95% del valore di riferimento (laboratorio) misurato in laboratorio sulla miscela di progetto costipata con pressa giratoria a 100 giri e dichiarato prima dell'inizio dei lavori. Quando possibile il valore di riferimento può essere costituito dall'addensamento ottenuto in laboratorio sulla miscela effettivamente utilizzata in quel punto, costipata con 100 giri di pressa giratoria. Le misure della densità sono effettuate secondo la norma (UNI EN 12697-6/procedura D). Nella prova di trazione indiretta (UNI EN 12697-23) eseguita su carote prelevate dopo 90 giorni dalla realizzazione o su provini confezionati in cantiere con la pressa giratoria (100 giri), maturati in camera climatica per 72 ore a  $40^{\circ}\text{C}$  e successivamente condizionati per 4 ore a  $25^{\circ}\text{C}$ , la Resistenza a Trazione Indiretta ITS non deve essere inferiore a  $0,35 \text{ N/mm}^2$ . Il modulo di rigidezza alla temperatura di  $20^{\circ}\text{C}$



determinato in configurazione di trazione indiretta (UNI EN 12697-26) con deformazione imposta di 2  $\mu\text{m}$  sulle carote prelevate dopo 90 giorni dalla realizzazione o provini confezionati in cantiere con la pressa giratoria (100 giri), maturati in camera climatica per 72 ore a 40°C o dopo 28 giorni di maturazione a 20°C, nel 95% dei campioni non deve essere inferiore a 3,0 GPa. Considerando lo stesso provino e gli stessi diametri di misura, il modulo di rigidezza alla temperatura di 50°C deve essere minore del 75% del valore di riferimento a 20°C. Il 15° percentile dei valori del modulo elastico, rilevati dopo 90 giorni dalla posa in opera mediante macchina a massa battente (Falling Weight Deflectometer – FWD), non deve essere inferiore a 3,0 GPa.

## **2.10.4. Strato di collegamento e strato di usura**

### **2.10.4.1 Generalità**

La parte superiore della sovrastruttura stradale sarà, in generale, costituita da un doppio strato di conglomerato bituminoso steso a tiepido, e precisamente: da uno strato inferiore di collegamento (binder) e da uno strato superiore di usura, secondo quanto stabilito dalla Direzione Lavori.

Il conglomerato per ambedue gli strati sarà costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, sabbie ed additivi, secondo le definizioni riportate nell' Art. 1 delle norme C.N.R., fascicolo n. 4/1953 ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), mescolati con bitume a tiepido, e verrà steso in opera mediante macchina vibro finitrice e compattato con rulli gommati e lisci.

### **2.10.4.2 Inerti**

Il prelievo dei campioni di materiali inerti, per il controllo dei requisiti di accettazione appresso indicati, verrà effettuato secondo le norme C.N.R., Capitolo II del fascicolo 4/1953 ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali").

Per il prelevamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione, così come per le modalità di esecuzione delle prove stesse, valgono le prescrizioni contenute nel fascicolo n. 4 delle Norme C.N.R. 1953 ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta col metodo Los Angeles secondo le Norme C.N.R. B.U. n. 34 (del 28-3-1973) anziché col metodo DEVAL.

L'aggregato grosso (pietrischetti e graniglie) dovrà essere ottenuto per frantumazione ed essere costituito da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere o da materiali estranei.

L'aggregato grosso sarà costituito da pietrischetti e graniglie che potranno anche essere di provenienza o natura petrografica diversa, purché alle prove appresso elencate, eseguite su campioni rispondenti alla miscela che si intende formare, risponda ai seguenti requisiti.

*Per strati di collegamento (BINDER):*

- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHTO T 96 inferiore al 25% (C.N.R. 34-1973);
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), inf. a 0,80;
- coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali") inferiore a 0,015 (C.N.R. 137-1992);
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali").

- Nel caso che si preveda di assoggettare al traffico lo strato di collegamento in periodi umidi od invernali, la perdita in peso per scuotimento sarà limitata allo 0,5%.

*Per strati di usura:*

- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 13 - AASHO T 96, inferiore od uguale al 20% (C.N.R. 34 -1973);
- almeno un 30% in peso del materiale dell'intera miscela deve provenire da frantumazione di rocce che presentino un coefficiente di frantumazione minore di 100 e resistenza a compressione, secondo tutte le giaciture, non inferiore a 140 N/mm<sup>2</sup>, nonché resistenza alla usura minima 0,6;
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R., fascicolo n. 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), inf. a 0,85;
- coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), inferiore a 0,015 (C.N.R. 137-1992);
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), con limitazione per la
- perdita in peso allo 0,5%;

In ogni caso i pietrischi e le graniglie dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei.

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

- equivalente in sabbia, determinato con la prova AASHO T 176, (e secondo la norma C.N.R. B.U. n. 27 del 30 - 3 - 1972) non inferiore al 55%;
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali") con le limitazioni indicate per l'aggregato grosso. Nel caso non fosse possibile reperire il materiale della pezzatura 2 ÷ 5 mm necessario per la prova, la stessa dovrà essere eseguita secondo le modalità della prova Riedel-Weber con concentrazione non inferiore a 6.

Gli additivi minerali (filler) saranno costituiti da polvere di rocce preferibilmente calcaree o da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri di asfalto e dovranno risultare alla setacciatura per via secca interamente passanti al setaccio n. 30 ASTM e per almeno il 65% al setaccio n. 200 ASTM.

Per lo strato di usura, a richiesta della Direzione Lavori, il filler potrà essere costituito da polvere di roccia asfaltica contenente il 6 ÷ 8% di bitume ad alta percentuale di asfalteni con penetrazione Dow a 25°C inferiore a 150 dmm. Per filler diversi da quelli sopra indicati è richiesta la preventiva approvazione della Direzione Lavori in base a prove e ricerche di laboratorio.

#### **2.10.4.3 Granulato di conglomerato bituminoso**

È previsto l'impiego di granulato di conglomerato bituminoso negli strati di binder e usura rispettivamente nelle percentuali del 30 e 15 in peso del prodotto finito, secco su secco, in accordo al D.M. 5 agosto 2024. Per granulato di conglomerato bituminoso si intende il conglomerato bituminoso che ha cessato di essere rifiuto a seguito di una o più operazioni di recupero di cui all'articolo 184 -ter, comma 1, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, e nel rispetto delle disposizioni del D.M. 28 marzo 2018, n.69, Regolamento recante disciplina della cessazione della qualifica di rifiuto di conglomerato bituminoso ai sensi dell'articolo 184 -ter, comma 2 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152. Per la qualifica del fresato vale quanto già esposto al paragrafo 2.10.3 e sarà sempre necessario garantire che la miscela costituita con gli inerti vergini sia all'interno del fuso granulometrico delle miscele così come riportato al corrispondente paragrafo.



#### 2.10.4.4 Legante

Il legante per gli strati di collegamento e di usura previsti con bitumi normali dovrà essere del tipo riportato nel paragrafo 2.8.2 del presente capitolato.

#### 2.10.4.5 Miscela

##### *Strato di collegamento (binder)*

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

<b>APERTURA SETACCI ISO (mm)</b>	<b>PASSANTE TOTALE IN PESO (%)</b>
Setaccio 20	100-100
Setaccio 16	90-100
Setaccio 12,5	78-100
Setaccio 8	59-81
Setaccio 4	40-62
Setaccio 2	25-45
Setaccio 1	17-36
Setaccio 0,5	9-27
Setaccio 0,25	6-15
Setaccio 0,063	4-8

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4,5% ed il 5,5% riferito al peso degli aggregati (C.N.R. 38-1973).

Esso dovrà comunque essere il minimo che consenta il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e compattezza di seguito riportati.

Il conglomerato bituminoso destinato alla formazione dello strato di collegamento dovrà avere i seguenti requisiti:

La stabilità Marshall, eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per ogni faccia, dovrà risultare in ogni caso uguale o superiore a 900 Kg.

Inoltre il valore della rigidezza Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 300 (C.N.R. 30-1973).

Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra 3 ÷ 7%.

La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni, dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente indicato.

### *Strato di usura*

La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di usura dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nei seguenti fusi:

	<b>FUSO A</b>	<b>FUSO B</b>
<b>APERTURA SETACCI ISO (mm)</b>	<b>PASSANTE TOTALE IN PESO (%)</b>	<b>PASSANTE TOTALE IN PESO (%)</b>
Setaccio 16	100-100	100-100
Setaccio 12,5	100-100	82-100
Setaccio 8	100-100	61-80
Setaccio 4	45-65	38-58
Setaccio 2	28-45	20-40
Setaccio 1	18-33	15-33
Setaccio 0,5	13-27	11-26
Setaccio 0,25	9-18	8-19
Setaccio 0,063	5-9	5-8

Il legante bituminoso dovrà essere compreso tra il 4,5% ed il 6% riferito al peso totale degli aggregati (C.N.R. 38-1973).

Si precisa che:

- Il fuso tipo "B" dovrà comprendere le curve per strati di usura dello spessore compreso tra 4 e 6 cm.
- Il fuso tipo "A" dovrà comprendere le curve per strati di usura di spessore pari o inferiore a 3 cm.

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- a) resistenza meccanica elevatissima, cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli sia in fase dinamica che statica, anche sotto le più alte temperature estive, e sufficiente flessibilità per poter seguire sotto gli stessi carichi qualunque assestamento eventuale del sottofondo anche a lunga scadenza.

Il valore della stabilità Marshall (C.N.R. 30-1973) eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia dovrà essere di almeno 10.000 N [1000 Kg].

Inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 300.

La percentuale dei vuoti dei provini Marshall, sempre nelle condizioni di impiego prescelte, deve essere compresa fra 3% e 6%.

La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni, dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quelli precedentemente indicati;

- b) elevatissima resistenza all'usura superficiale;
- c) sufficiente ruvidezza della superficie tale da non renderla scivolosa;
- d) grande compattezza: il volume dei vuoti residui a rullatura terminata dovrà essere compreso fra 4% e 8%.

Ad un anno dall'apertura al traffico, il volume dei vuoti residui dovrà invece essere compreso fra 3% e 6% e impermeabilità praticamente totale; il coefficiente di permeabilità misurato su uno dei provini Marshall, riferentesi alle condizioni di impiego prescelte, in permeametro a carico costante di 50 cm d'acqua, non dovrà risultare inferiore a  $10^{-6}$  cm/sec.

Sia per i conglomerati bituminosi per strato di collegamento che per strato di usura, nel caso in cui la prova Marshall venga effettuata a titolo di controllo della stabilità del conglomerato prodotto, i relativi provini dovranno

essere confezionati con materiale prelevato presso l'impianto di produzione ed immediatamente costipato senza alcun ulteriore riscaldamento.

In tal modo la temperatura di costipamento consentirà anche il controllo delle temperature operative. Inoltre, poiché la prova va effettuata sul materiale passante al crivello da 25 mm, lo stesso dovrà essere vagliato se necessario.

#### 2.10.4.6 Controllo dei requisiti di accettazione

Su richiesta della Direzione Lavori, l'Appaltatore è tenuto ad eseguire, a propria cura e spese, prove di prestazione lungo i tratti di strada oggetto dell'appalto, ai cui risultati dovrà essere allegata una relazione tecnica conclusiva riportante anche la valutazione ed il giudizio dei risultati ottenuti. I test dovranno essere eseguiti da ditte specializzate, di gradimento della Direzione Lavori, che possano dimostrare con specifiche e precise referenze l'esperienza acquisita nel settore e che siano in possesso delle apparecchiature necessarie all'esecuzione dei test. I conglomerati dovranno avere ciascuno i requisiti descritti nei punti a cui si riferiscono. Le miscele devono avere massime caratteristiche di resistenza a fatica, all'ormaiamento, ai fattori climatici e in generale ad azioni esterne. Le miscele devono essere verificate mediante pressa giratoria in accordo alla norma UNI-EN 12697-10:2018-02 con i seguenti parametri di prova (*Tabella*):

PRESSIONE VERTICALE kPa	600±3	
ANGOLO DI ROTAZIONE	1,25±0,02	
VELOCITA' DI ROTAZIONE (giri/min)	30	
DIAMETRO PROVINO (mm)	150	Binder
DIAMETRO PROVINO (mm)	150 o 100	Usura

#### **Strato di binder**

Lo strato di binder dovrà avere elevata resistenza meccanica cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli. I provini dovranno essere compattati mediante giratoria ad un numero di giri totali (N3) dipendente dalla tipologia della miscela e dalla tipologia del legante. La verifica della % dei vuoti dovrà essere fatta a tre livelli di n° giri: N1 (iniziale), N2 (medio) e N3 (finale). Il numero dei giri di riferimento con le relative percentuali dei vuoti sono (*Tabella*):

	Binder	% vuoti - Vm (UNI-EN 12697-10:2018-02)
N1	10	11-15
N2	120	3-6
N3	210	≥4

Le miscele risultanti dallo studio/verifica mediante giratoria (compattata N2) dovranno essere testate a trazione diametrale a 25°C in accordo alla UNI EN 12697-23. I due parametri di riferimento sono Rt (resistenza a trazione indiretta) e CTI (coefficiente di trazione indiretta) (*Tabella*):

	Binder
Rt (MPa)	1,00-1,20
CTI (MPa)	≥50

Per le miscele risultanti dallo studio/verifica mediante giratoria (compattata N2) si dovrà estrarre il Modulo di Rigidezza mediante prova ITSM normata UNI EN 12697-26 a 20°C e dovrà essere conforme a quanto riportato in

UNI EN 12697-26	Strato	Modulo (MPa)
20°C -7 µm -2Hz	Binder	≥3000

### Strato di usura

Lo strato di usura tipo dovrà avere elevata resistenza meccanica cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli e sufficiente flessibilità per poter seguire sotto gli stessi carichi qualunque eventuale assestamento del sottofondo anche a lunga scadenza. I provini dovranno essere compattati mediante giratoria ad un numero di giri totali (N3) dipendente dalla tipologia dalla miscela e dalla tipologia del legante. La verifica della % dei vuoti dovrà essere fatta a tre livelli di n° giri: N1 (iniziale), N2 (medio) e N3 (finale). Il numero dei giri di riferimento con le relative percentuali dei vuoti sono (*Tabella 23*):

	Usura	% vuoti - Vm (UNI-EN 12697-10:2018-02)
N1	10	9-13
N2	120	3-6
N3	210	≥3

Le miscele risultanti dallo studio/verifica mediante giratoria (compattata N2) dovranno essere testate a trazione diametrale a 25°C in accordo alla UNI EN 12697-23. I due parametri di riferimento sono Rt (resistenza a trazione indiretta) e CTI (coefficiente di trazione indiretta) (*Tabella*):

	Usura
Rt (MPa)	1-1,30
CTI (MPa)	≥65

Per le miscele risultanti dallo studio/verifica mediante giratoria (compattata N2) si dovrà estrarre il Modulo di Rigidezza mediante prova ITSM normata UNI EN 12697-26 a 20°C e dovrà essere conforme a quanto riportato in *Tabella*:

UNI EN 12697-26	Strato	Modulo (MPa)
20°C -7 μm -2Hz	Usura	≥3500

#### 2.10.4.7 Formazione e confezione degli impasti

Il conglomerato bituminoso sarà confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte. La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità, per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati. L'impianto dovrà comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele rispondenti a quelle di progetto. Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del legante bituminoso alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione nonché il perfetto dosaggio sia del legante stesso che dell'additivo. La zona destinata allo stoccaggio degli aggregati sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che ne possono compromettere la pulizia. Inoltre i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento dei predosatori eseguita con la massima cura. Si farà uso di almeno 4 classi di aggregati con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate. Il tempo di mescolazione sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante.

La massima temperatura di miscelazione all'impianto di produzione del conglomerato bituminoso con bitumi normali dovrà essere inferiore o uguale a 120°C. La temperatura effettiva di miscelazione sarà scelta sulla base delle temperature esterne, delle caratteristiche dei materiali componenti e loro modalità di stoccaggio, della distanza del cantiere dall'impianto, in modo da avere la corretta temperatura di posa, mai superiore a 120°C per conglomerati bituminosi prodotti con bitumi normali, salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori in rapporto al tipo di legante impiegato. Per la verifica delle suddette temperature, gli essiccatori, i serbatoi 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 superare lo 0,5% in peso.

#### 2.10.4.8 Attivanti l'adesione

Nella confezione dei conglomerati bituminosi dei vari strati (binder e usura) dovranno essere impiegate speciali sostanze chimiche attivanti l'adesione dei bitumi – aggregato ("dopes" di adesività), costituite da composti azotati di natura e complessità varia, ovvero da ammine ed in particolare da alchilammido - poliammine ottenute per reazione tra poliammine e acidi grassi C16 e C18.

Si avrà cura di scegliere tra i prodotti in commercio quello che sulla base di prove comparative effettuate presso i Laboratori autorizzati avrà dato i migliori risultati e che conservi le proprie caratteristiche fisico-chimiche anche se sottoposto a temperature elevate e prolungate.

Detti additivi polifunzionali per bitumi dovranno comunque resistere alla temperatura di oltre 180° C senza perdere più del 20% delle loro proprietà fisico - chimiche.

Il dosaggio potrà variare a seconda delle condizioni d'impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto, tra lo 0,3% e lo 0,6% sul peso del bitume da trattare (da Kg 0,3 a Kg 0,6 per ogni 100 Kg di bitume).

I tipi, i dosaggi e le tecniche di impiego dovranno ottenere il preventivo benestare della Direzione Lavori.

L'immissione delle sostanze attivanti nella cisterna del bitume (al momento della ricarica secondo il quantitativo percentuale stabilito) dovrà essere realizzata con idonee attrezzature tali da garantire la perfetta dispersione e l'esatto dosaggio (eventualmente mediante un completo ciclo di riciclaggio del bitume attraverso la pompa apposita prevista in ogni impianto), senza inconvenienti alcuno per la sicurezza fisica degli operatori. Per verificare che detto attivante l'adesione bitume-aggregato sia stato effettivamente aggiunto al bitume del conglomerato la Direzione Lavori preleverà in contraddittorio con l' Impresa un campione del bitume additivato, che dovrà essere provato, su inerti acidi naturali (graniti, quarziti, silicei, ecc.) od artificiali (tipo ceramico, bauxite calcinata, "sinopal" od altro) con esito favorevole mediante la prova di spogliazione (di miscele di bitume - aggregato), la quale sarà eseguita secondo le modalità della Norma ASTM - D 1664/80.

Potrà essere inoltre effettuata la prova di spogliamento della miscela di legante idrocarburico ed aggregati in presenza di acqua (C.N.R. 138-1992) per determinare l'attitudine dell'aggregato a legarsi in modo stabile al tipo di legante che verrà impiegato in opera.

In aggiunta alle prove normalmente previste per i conglomerati bituminosi è particolarmente raccomandata la verifica dei valori di rigidezza e stabilità Marshall.

Inoltre, dovranno essere effettuate le prove previste da C.N.R. 149-1992 per la valutazione dell'effetto di immersione in acqua della miscela di aggregati lapidei e leganti idrocarburici per determinare la riduzione ( $\Delta$  %) del valore di resistenza meccanica a rottura e di rigonfiamento della stessa miscela in conseguenza di un prolungato periodo di immersione in acqua (facendo ricorso alla prova Marshall (C.N.R. 30-1973), ovvero alla prova di trazione indiretta "Brasiliana" (C.N.R. n. 134/1991).

#### 2.10.4.9 Preparazione superfici di stesa

Prima della realizzazione degli strati in conglomerato bituminoso si preparerà la superficie di stesa allo scopo di garantire il perfetto ancoraggio allo strato sottostante. La mano d'attacco sarà realizzata con emulsione di bitume modificato, spruzzata con apposita spanditrice automatica in modo che il bitume residuo risulti pari a 0,5 kg/m<sup>2</sup>. Sulla mano d'attacco, per consentire il transito dei mezzi di stesa, seguirà immediatamente granigliatura con aggregati di pezzatura 4/8 mm in ragione di 6/8 litri al metro quadrato. Allo stesso scopo

saranno utilizzati sabbia, filler o calce idrata. L'emulsione per mano d'attacco sarà un'emulsione cationica a rottura rapida con il 70% di bitume residuo (designazione secondo UNI EN 13808:2013-10).

#### 2.10.4.10 Posa in opera

La posa in opera del conglomerato bituminoso sarà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di auto livellamento. La velocità di avanzamento delle vibrofinitrici non sarà superiore ai 3 – 4 m/min con alimentazione continua del conglomerato. Le vibrofinitrici lasceranno uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi. Nella stesa si avrà la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente. Qualora ciò non sia possibile il bordo della striscia già realizzata sarà spalmato con emulsione bituminosa cationica per assicurare la saldatura della striscia successiva. I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere devono saranno realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento. La sovrapposizione dei giunti longitudinali sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino sfalsati di almeno 20 cm rispetto a quelli dello strato sottostante e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti. Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa avverrà mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni. La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la finitrice deve risultare in ogni momento non superiore a 120° C. L'addensamento sarà realizzato con rullo tandem a ruote metalliche del peso massimo di 12t. 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 dello strato finito deve presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed ondulazioni.

#### 2.10.4.11 Colorazione superficiale dello strato di usura

Laddove sia prevista la colorazione superficiale dello strato di usura (percorsi ciclopeditoni, marciapiedi ecc.), essa dovrà garantire ad onere dell'Appaltatore un indice di riflessione solare (Solar Reflectance Index, SRI) maggiore o uguale 29, misurato conformemente alla norma tecnica ASTM E1980-11(2019) Standard Practice for Calculating Solar Reflectance Index of Horizontal and Low-Sloped Opaque Surfaces e come previsto dal D.M. 5 agosto 2024 recante Criteri Ambientali Minimi per l'affidamento del servizio di progettazione ed esecuzione dei lavori di costruzione, manutenzione e adeguamento delle infrastrutture strada.

Tale manto colorato chiaro dovrà essere realizzato con malta premiscelata a base di resine, coloranti inorganici, polveri di quarzo selezionate e sarà applicato su superfici in conglomerato bituminoso chiuso per uno spessore medio di 2 mm. Il prodotto dovrà essere provvisto di marcatura CE, certificazione "EPD di processo" rilasciata da ente certificatore, dichiarazione ambientale di prodotto (EPD) con i relativi impatti ambientali basati sullo studio LCA del prodotto, secondo le norme ISO 14025:2010 e EN 15804:2012+A2:2019/AC:2021.

La pavimentazione in conglomerato bituminoso da trattare dovrà essere sufficientemente invecchiata ed ossidata (minimo 20 gg.). La superficie dovrà essere piana, senza buche e con granulometria perfettamente chiusa, non dovrà presentare tracce di polvere, olio, grasso, fango, ecc., in caso contrario sarà indispensabile pulire, sgrassare e lavare perfettamente tutta l'area interessata. Per l'applicazione si prevede un dosaggio variabile da 2 - 5 kg/m<sup>2</sup>, in funzione della porosità del piano di posa, tipicamente in due mani. Per alcune colorazioni chiare potrebbero essere necessarie tre o più mani di stesa per ottenere la totale copertura del manto. In caso di pioggia imminente (entro 6/7 ore dalla stesa) non procedere all'applicazione del prodotto. È sempre consigliabile l'individuazione della quantità ottimale mediante una prova di stesa. Tutti gli studi riguardanti il trattamento che sarà utilizzato dall'Appaltatore dovranno essere presentati alla Direzione lavori



con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni ed approvati dalla stessa D.L. La loro presa visione non solleva comunque l'Impresa dalla responsabilità di ottenimento dei risultati prestazionali finali prescritti.

La colorazione superficiale dello strato di usura dovrà garantire le prestazioni meccaniche e di aderenza/resistenza allo scivolamento dello strato di usura di riferimento; inoltre, nel rispetto dell'indice di riflessione solare SRI dovranno essere adottate colorazioni, tali per cui la segnaletica orizzontale risulti correttamente percepibile e visibile.

La resistenza al derapaggio dovrà essere misurata in conformità alla EN 13036-4, facendo riferimento alla UNI EN 1436. Per la colorazione superficiale dello strato di usura saranno ritenuti idonei esclusivamente manti colorati con resistenza al derapaggio (attrito radente) di classe S4 SRT  $\geq 60$ , secondo la classificazione della UNI EN 1436. In condizioni bagnate dovrà comunque garantirsi la classe S3  $\geq 55$ .

Sull'usura trattata con colorazione superficiale, dovranno inoltre essere garantiti i seguenti valori minimi<sup>4</sup> del coefficiente di attrito dinamico ( $\mu$ ):

- Gomma, superficie bagnata: 0,41
- Cuoio, superficie asciutta: 0,41

#### **2.10.4.12 Fresatura di strati in conglomerato bituminoso con idonee attrezzature**

La fresatura generalmente ha lo scopo di consentire un raccordo omogeneo tra due pavimentazioni flessibili realizzate in tempi successivi.

La fresatura della sovrastruttura per la parte legata a bitume per l'intero spessore o parte di esso dovrà essere effettuata con idonee attrezzature, munite di frese a tamburo, funzionanti a freddo, munite di nastro caricatore per il carico del materiale di risulta.

Potranno essere eccezionalmente impiegate anche attrezzature tradizionali quali ripper, escavatore, demolitori, etc., a discrezione della Direzione dei Lavori ed a suo insindacabile giudizio.

Le attrezzature dovranno essere perfettamente efficienti e funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni approvate preventivamente dalla Direzione Lavori.

Nel corso dei lavori la Direzione dei Lavori potrà richiedere la sostituzione delle attrezzature anche quando le caratteristiche granulometriche risultino idonee per il loro reimpiego in impianti di riciclaggio.

L'Appaltatore si dovrà scrupolosamente attenere agli spessori di demolizione stabiliti dalla Direzione dei Lavori.

Lo spessore della fresatura dovrà essere mantenuto costante in tutti i punti.

La pulizia del piano di scarifica, nel caso di fresature corticali o subcorticali dovrà essere eseguita con attrezzature munite di spazzole rotanti e/o dispositivo 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.

---

<sup>4</sup> Sono preferibili valori superiori ai minimi indicati, soprattutto per la gomma (es. 0,60)

## **2.11. CONGLOMERATI CEMENTIZI**

Le classi di esposizione e le caratteristiche del calcestruzzo sono definite secondo la EN206 e la UNI 11104. Per le caratteristiche dei calcestruzzi occorre fare riferimento alle indicazioni riportate negli elaborati progettuali delle specifiche opere.

### **2.11.1. Cemento**

I cementi potranno essere normali, ad alta resistenza, ad alta resistenza e rapido indurimento. Nella confezione dei conglomerati sono ammessi:

- cemento tipo III;
- cemento tipo IV;
- sono ammessi inoltre i cementi di tipo I, II e V con tenore di alluminato tricalcico (C3A) < 5% che la cementeria, dovrà garantire specificando il metodo di misura, a condizione che il rapporto acqua cemento sia inferiore dello 0,05 rispetto a quello prescritto per i cementi di tipo III e IV e che la resistenza effettiva del conglomerato risulti superiore di almeno 5 MPa rispetto a quella richiesta per conglomerati confezionati con cementi di tipo III e IV. I maggiori oneri per la sostituzione del cemento sono a carico dell'Impresa.

L'utilizzo dei cementi di tipo I, II e V non è, in qualsiasi caso, consentito per la realizzazione di conglomerati cementizi di tipo I e di tutti i manufatti prefabbricati.

La qualità del cemento dovrà essere garantita e controllata dall'istituto ICITE CNR e dal relativo marchio.

È vietato l'uso di cementi diversi per l'esecuzione di ogni singola opera o elemento costruttivo; ciascun silo del cantiere o della centrale di betonaggio sarà destinato a contenere cemento di un unico tipo, unica classe ed unica provenienza, ed a tale scopo chiaramente identificato.

È ammesso l'impiego di cementi speciali rispondenti ai requisiti suddetti ed alle prescrizioni delle presenti Norme, atti al confezionamento di conglomerati cementizi fluidi e superfluidi a basso rapporto a/c senza additivazione in fase di betonaggio.

Le UNI EN 206 riassumono le caratteristiche consigliate delle proprietà del calcestruzzo ai fini della durabilità nell'allegato F (solo informativo). Tali caratteristiche si riferiscono ad un calcestruzzo confezionato con cemento di tipo CEM I secondo EN 197-1 (cemento Portland, classe di resistenza 32.5), e con aggregato avente dimensione nominale massima compresa fra 20 e 32 mm.

### **2.11.2. Aggregati**

Per tutti i tipi di conglomerato cementizio dovranno essere impiegati esclusivamente gli aggregati della categoria A di cui alla Norma UNI 8520 parte 2a aventi caratteristiche nei limiti di accettazione della Norma medesima, salvo particolari deroghe di carattere eccezionale che la Direzione Lavori, previa attenta valutazione delle locali condizioni di reperibilità degli aggregati, potrà concedere esclusivamente riguardo ai valori di perdita in massa per abrasione; in caso di deroga, la classe di resistenza progettualmente prevista, esclusivamente per i conglomerati cementizi di tipo I e II, dovrà essere aumentata di 5 MPa, all'Impresa nulla sarà dovuto per questo aumento di classe.

Dovranno essere costituiti da elementi non gelivi privi di parti friabili e polverulente o scistose, argilla e sostanze organiche; non dovranno contenere i minerali pericolosi: pirite, marcasite, pirrotina, quarzo ad estensione ondulata, gesso e solfati solubili (per questi ultimi si veda la tabella 15 A).



### **2.11.3. Acqua di impasto**

Sono ammesse come acqua di impasto per i conglomerati cementizi l'acqua potabile e le acque naturali rispondenti ai requisiti di seguito riportati.

Sono escluse le acque provenienti da scarichi (industriali ecc.).

L'acqua di impasto dovrà avere un contenuto in sali disciolti inferiore a 1 g per litro.

In merito al contenuto di ione cloruro nell'acqua per i manufatti in cemento armato normale o precompresso, si dovrà tener conto dei limiti previsti dalla Norma UNI 11417 per il contenuto totale di tale ione.

La quantità di materiale inorganico in sospensione dovrà essere inferiore a 2 g/l; la quantità di sostanze organiche (COD) inferiore a 0,1 g/l.

L'acqua dovrà essere aggiunta nella quantità prescritta in relazione al tipo di conglomerato cementizio, tenendo conto dell'acqua contenuta negli aggregati, (si faccia riferimento alla condizione "satura a superficie asciutta" della Norma UNI 8520 parte 5).

### **2.11.4. Additivi**

L'Impresa dovrà impiegare additivi garantiti dai produttori per qualità e costanza di effetto e di concentrazione; le loro caratteristiche dovranno essere verificate preliminarmente in sede di qualifica di conglomerati cementizi.

Gli additivi dovranno rispondere alla Norma UNI EN 934-2:2012.

Nel caso di uso contemporaneo di più additivi l'Impresa dovrà fornire alla Direzione Lavori la prova della loro compatibilità.

Ad ogni carico di additivo giunto in cantiere, l'Impresa dovrà consegnare alla Direzione lavori, copia fotostatica del documento di trasporto ed il certificato d'origine fornito dal produttore, che attesti la Conformità, a quanto preliminarmente approvato, circa le caratteristiche dell'additivo.

La quantità di additivo liquido che superi 3 l/m<sup>3</sup> di calcestruzzo deve essere presa in conto nel calcolo del rapporto a/c.

Gli additivi dovranno essere aggiunti al conglomerato cementizio nel premiscelatore in soluzione con l'acqua d'impasto con un sistema meccanico che consenta di aggiungere l'additivo con una tolleranza sulla quantità prescritta non superiore al 5% ed inoltre che assicuri la sua uniforme distribuzione nella massa del conglomerato cementizio durante il periodo di miscelazione.

### **2.11.5. Additivi fluidificanti, superfluidificanti e iperfluidificanti**

Allo scopo di realizzare conglomerati cementizi impermeabili e durevoli a basso rapporto a/c ed elevata lavorabilità si farà costantemente uso di additivi fluidificanti e superfluidificanti del tipo approvato dalla Direzione Lavori.

A seconda delle condizioni ambientali e dei tempi di trasporto e lavorazione, potranno essere impiegati anche additivi del tipo ad azione mista fluidificante-aerante, fluidificante-ritardante e fluidificante-accelerante.

Non dovranno essere impiegati additivi a base di cloruri o contenenti cloruri di calcio.

Il loro dosaggio dovrà essere definito in fase di qualifica dei conglomerati cementizi sulla base delle indicazioni del fornitore.

Per conglomerati cementizi che debbono avere particolari requisiti di resistenza e durabilità, se previsti in progetto, dovranno essere impiegati additivi iperfluidificanti a base acrilica (caratterizzati da una riduzione d'acqua di almeno il 30%).

#### **2.11.6. Additivi aeranti**

Per conglomerati cementizi soggetti durante l'esercizio a cicli di gelo-disgelo, si farà costantemente uso di additivi aeranti.

La percentuale di aria inglobata varierà in rapporto alla dimensione massima degli aggregati ( $D_{max}$ ) e sarà misurata sul conglomerato cementizio fresco prelevato all'atto della posa in opera secondo la relativa Norma UNI 6395.

L'Impresa dovrà adottare le opportune cautele affinché, per effetto dei procedimenti di posa in opera e compattazione attuati, non si abbia una riduzione del tenore d'aria effettivamente inglobata al di sotto dei limiti della tabella.

Gli aeranti dovranno essere conformi a quanto indicato nella norma UNI EN 934-2.

#### **2.11.7. Trasporto**

Il trasporto dei conglomerati cementizi dall'impianto di betonaggio al luogo d'impiego dovrà essere effettuato con mezzi idonei al fine di evitare la possibilità di segregazione dei singoli componenti e comunque tali da evitare ogni possibilità di deterioramento del conglomerato cementizio medesimo.

Saranno accettate in funzione della durata e della distanza di trasporto, le autobetoniere e le benne a scarico di fondo ed, eccezionalmente, i nastri trasportatori.

L'uso delle pompe sarà consentito a condizione che l'Impresa adotti, a sua cura e spese, provvedimenti idonei a mantenere il valore prestabilito del rapporto acqua/cemento del conglomerato cementizio alla bocca d'uscita della pompa.

Non saranno ammessi gli autocarri a cassone o gli scivoli.

La durata massima consentita del trasporto dipenderà essenzialmente dalla composizione del calcestruzzo e dalle condizioni atmosferiche; all'atto dello scarico dovrà essere controllata l'omogeneità dell'impasto con la prova indicata nei seguenti paragrafi. È facoltà della Direzione Lavori di rifiutare carichi di conglomerato cementizio non rispondenti ai requisiti prescritti.

Questi ultimi, una volta rifiutati, non potranno essere oggetto d'eventuali "correzioni" ma dovranno essere definitivamente ed insindacalmente riposti nell'apposito sito predisposto dall'Impresa.

#### **2.11.8. Posa in opera**

I getti dovranno essere iniziati solo dopo la verifica degli scavi, delle casseforme e delle armature metalliche da parte della Direzione Lavori.

La posa in opera sarà eseguita con ogni cura ed a regola d'arte, dopo aver preparato accuratamente e rettificati i piani di posa, le casseforme, i cavi da riempire e dopo aver posto le armature metalliche.

Nel caso di getti contro terra, roccia, ecc., si deve controllare che la pulizia del sottofondo, il posizionamento d'eventuali drenaggi, la stesura di materiale isolante o di collegamento, siano eseguiti in conformità alle disposizioni di progetto e delle presenti Norme.

I getti dovranno risultare perfettamente conformi ai particolari costruttivi di progetto ed alle prescrizioni della Direzione Lavori.

Si avrà cura che in nessun caso si verifichino cedimenti dei piani d'appoggio e delle pareti di contenimento.

Le casseforme dovranno essere atte a garantire superfici di getto regolari ed a perfetta regola d'arte; in tal senso l'Impresa provvederà, a sua cura e spese, alla posa d'opportuni ponteggi ed impalcature, previa presentazione ed approvazione da parte della Direzione Lavori dei relativi progetti.

Dovranno essere impiegati prodotti disarmanti aventi i requisiti di cui alle specifiche della Norma UNI 8866; le modalità d'applicazione dovranno essere quelle indicate dal produttore evitando accuratamente aggiunte eccessive e ristagni di prodotto sul fondo delle casseforme.

La Direzione Lavori eseguirà un controllo della quantità di disarmante impiegato in relazione allo sviluppo della superficie di casseforme trattate.

Dovrà essere controllato inoltre che il disarmante impiegato non macchi o danneggi la superficie del conglomerato.

A tale scopo saranno usati prodotti efficaci per la loro azione specifica escludendo i lubrificanti di varia natura. Dal giornale lavori del cantiere dovrà risultare la data d'inizio e di fine dei getti e del disarmo.

Se il getto dovesse essere effettuato durante la stagione invernale, l'Impresa dovrà tenere registrati giornalmente i minimi di temperatura desunti da un apposito termometro esposto nello stesso cantiere di lavoro.

Il conglomerato cementizio sarà posto in opera e assestato con ogni cura in modo che le superfici esterne si presentino lisce e compatte, omogenee e perfettamente regolari ed esenti anche da macchie o chiazze.

Eventuali irregolarità o sbavature dovranno essere asportate mediante bocciardatura e i punti incidentalmente difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta cementizia a ritiro compensato immediatamente dopo il disarmo; ciò qualora tali difetti o irregolarità siano contenuti nei limiti che la Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, riterrà tollerabili fermo restando in ogni caso che le suddette operazioni ricadranno esclusivamente e totalmente a carico dell'Impresa.

Quando le irregolarità siano mediamente superiori a 10 mm, la Direzione Lavori ne imporrà la regolarizzazione a totale cura e spese dell'Impresa mediante uno strato di materiali idonei che, secondo i casi e ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori potrà essere costituito da:

- malte o betoncini reoplastici a base cementizia a ritiro compensato;
- conglomerato bituminoso del tipo usura fine, per spessori non inferiori a 15 mm.

Eventuali ferri (filo, chiodi, reggette) che con funzione di legatura di collegamento casseri od altro, dovessero sporgere da getti finiti, dovranno essere tagliati almeno 0,5 cm sotto la superficie finita e gli incavi risultanti saranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento espansivo.

È poi prescritto che, dovunque sia possibile, gli elementi dei casseri siano fissati nell'esatta posizione prevista utilizzando fili metallici liberi di scorrere entro tubetti di materiale PVC o simile, di colore grigio, destinati a rimanere incorporati nel getto di conglomerato cementizio, armato o non armato. Lo scarico del conglomerato dal mezzo di trasporto dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione.

A questo scopo il conglomerato dovrà cadere verticalmente al centro della cassaforma e sarà steso in strati orizzontali di spessore limitato e comunque non superiore a 50 cm misurati dopo la vibrazione.

È vietato scaricare il conglomerato in un unico cumulo e distenderlo con l'impiego del vibratore; è altresì vietato lasciar cadere dall'alto il conglomerato cementizio per un'altezza superiore ad un metro; se necessario si farà uso di tubi getto o si getterà mediante pompaggio.

Gli apparecchi, i tempi e le modalità per la vibrazione saranno quelli preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

L'Impresa dovrà porre particolare cura nella realizzazione dei giunti di dilatazione o contrazione di tipo impermeabile (waterstop), o giunti speciali aperti, a cunei, secondo le indicazioni di progetto.

Tra le successive riprese di getto non dovranno aversi distacchi o discontinuità o differenze d'aspetto e la ripresa potrà effettuarsi solo dopo che la superficie del getto precedente sia stata accuratamente pulita, lavata e spazzolata; gli eventuali giunti di costruzione saranno sigillati, così come previsto nelle presenti Norme Tecniche.

La Direzione Lavori avrà la facoltà di prescrivere, ove e quando lo ritenga necessario, che i getti siano eseguiti senza soluzione di continuità così da evitare ogni ripresa, anche se ciò comporta che il lavoro debba essere condotto a turni, durante le ore notturne ed anche in giornate festive, senza che all'Impresa non spetti nulla di più di quanto previsto contrattualmente.

In alternativa la Direzione Lavori potrà prescrivere l'adozione di riprese di getto di tipo monolitico.

Queste saranno realizzate mediante spruzzatura d'additivo ritardante sulla superficie del conglomerato cementizio fresco; dopo che la massa del conglomerato sarà indurita si provvederà all'eliminazione della malta superficiale non ancora rappresa, mediante getto d'acqua, ottenendo una superficie di ripresa scabra, sulla quale si potrà disporre all'atto della ripresa di getto una malta priva di ritiro immediatamente prima del nuovo getto di conglomerato cementizio.

Quando il conglomerato cementizio deve essere gettato in presenza d'acqua, si dovranno adottare gli accorgimenti approvati dalla Direzione Lavori, necessari per impedire che l'acqua lo dilavi e ne pregiudichi la normale maturazione.

La temperatura del conglomerato cementizio all'atto del getto dovrà essere compresa tra 278 e 303 K.

## **2.12. CASSEFORME**

### **2.12.1. Generalità**

Per tali opere provvisorie l'Impresa porterà alla preventiva conoscenza della Direzione Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando l'esclusiva responsabilità dell'Impresa stessa per quanto riguarda la progettazione e l'esecuzione di tali opere e la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle.

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

Nella progettazione e nella esecuzione delle armature di sostegno, delle centinature e delle attrezzature di costruzione, l'Impresa è tenuta a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente fossero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata ed in particolare:

- per le sagome da lasciare libere nei sovrappassi o sottopassi di strade, autostrade, ferrovie, tranvie, ecc.;
- per le interferenze con servizi di soprassuolo o di sottosuolo.

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

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

Per i getti di superficie in vista dovranno essere impiegate casseforme speciali atte a garantire rifiniture perfettamente piane, lisce e prive di qualsiasi irregolarità.

La Direzione Lavori si riserva, a suo insindacabile giudizio, di autorizzare l'uso di casseforme in legno; esse dovranno però essere eseguite con tavole a bordi paralleli e ben accostate in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature o disuguaglianze sulle facce in vista del getto.

In ogni caso l'Impresa avrà cura di trattare le casseforme, prima del getto, con idonei prodotti disarmanti.

#### **2.12.2. Stagionatura e disarmo, prevenzione delle fessure da ritiro plastico**

A getto ultimato dovrà essere curata la stagionatura dei conglomerati cementizi in modo da evitare un rapido prosciugamento delle superfici esposte all'aria dei medesimi e la conseguente formazione di fessure da ritiro plastico, usando tutte le cautele ed impiegando i mezzi più idonei allo scopo, fermo restando che il sistema proposto dall'Impresa dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori.

A questo fine le superfici del conglomerato cementizio non protette dalle casseforme dovranno essere mantenute umide il più a lungo possibile e comunque per almeno 7 giorni.

#### **2.12.3. Disarmo e scasseratura**

Durante il periodo della stagionatura, i getti dovranno essere riparati da possibilità d'urti, vibrazioni e sollecitazioni d'ogni genere.

La rimozione delle armature di sostegno dei getti dovrà essere effettuata quando siano state sicuramente raggiunte le prescritte resistenze e comunque mai prima di 48 (quarantotto) ore.

In assenza di specifici accertamenti, l'Impresa dovrà attenersi a quanto stabilito nelle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5/11/1971 n. 1086 (D.M. in vigore) ed al D.M. 17 gennaio 2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni".

#### **2.12.4. Protezione dopo la scasseratura**

Si richiamano le normative UNI di riferimento per la protezione e la maturazione del calcestruzzo dopo la scasseratura (disarmo), costituite principalmente dalla UNI EN 13670, che stabilisce i requisiti di esecuzione, e la UNI 8656 sui prodotti filmogeni per la protezione, supportate dalla più generale UNI EN 206 per la classificazione dell'esposizione ambientale.

### **2.13. IMPERMEABILIZZAZIONI**

#### **2.13.1. Membrane prefabbricate a base bituminosa**

L'impermeabilizzazione è costituita da membrane prefabbricate a base bituminosa, disposte ad uno o due strati ed armate con tessuto non tessuto in poliestere o con teli di fibre di vetro.

La massa bituminosa sarà costituita indicativamente per il 70% in peso da bitume leggermente polimerizzato mescolato con copolimeri di butilene e propilene con opportuni agenti stabilizzanti della dispersione degli elastomeri nel bitume; avrà le seguenti caratteristiche:

- punto di rammollimento P.e A. 403+413 K
- punto di rottura Frass 288 K
- penetrazione con peso di 100 g a 298 K: 2+3 mm.

L'armatura, in relazione alle previsioni progettuali, sarà costituita da:

- tessuto non tessuto del peso di 300 g/m<sup>2</sup> in fibre di poliestere ad alto titolo e tenacità solidamente collegate tra loro mediante legamento per agugliatura;
- velo in fibra di vetro del peso di almeno 50 g/m<sup>2</sup>;
- tessuto in fibra di vetro del peso di almeno 50 g/m<sup>2</sup>.

La finitura superficiale delle membrane sarà di tipo: normale; granigliata; autoprotetta con lamina gofrata di alluminio ricotto titolo 99,5% colore naturale di spessore di 0,08 mm; con lamina gofrata di rame ricotto titolo 99,5% colore naturale spessore di 0,08 mm, come da scelte progettuali.

Il peso delle membrane, per quelle armate in tessuto non tessuto in poliestere e per quelle armate con tessuto di fibra di vetro e autoprotette con lamine metalliche sarà di almeno 4 kg/m<sup>2</sup>; per quelle armate con velo di fibra di vetro sarà di 3 kg/m<sup>2</sup>. Le membrane saranno applicate a fiamma previa pulizia del supporto e spalmatura di primer a base bituminosa, sovrapponendo i bordi dei teli per almeno 5 cm.

Nel manto costituito da doppio strato di membrane, il secondo strato sarà applicato a fiamma incrociato rispetto al primo.

### **2.13.2. Impermeabilizzazione di strutture interrato**

Per l'impermeabilizzazione di strutture prevalentemente interrate, quali ad esempio i muri di sostegno, completamente o parzialmente a contatto delle acque di falda si prevede l'applicazione di membrane bicomponenti, composte da un film in polietilene HDPE e gomma-bitume autoadesiva sui sormonti e sul supporto, applicata a freddo senza l'ausilio di alcuna fonte di calore o fiamma, previa spalmatura di idoneo primer, con sovrapposizioni di almeno 3 cm, avente i seguenti requisiti:

- spessore costante 1,0 mm;
- resistenza a trazione longitudinale e trasversale 186 N/50 mm<sup>2</sup> (BS 2782);
- allungamento o rottura 406% (BS 2782);
- resistenza allo strappo 89,6 N (MOAT27).
- spessore costante 1,0 mm.

### **2.13.3. Barriera antivapore**

La barriera antivapore sarà ottenuta mediante fogli di polietilene dello spessore > 0,5 mm; avrà giunti sovrapposti per almeno 10 cm che saranno sigillati con nastro biadesivo o sistemi equivalenti.

### **2.13.4. Geotessile**

Lo strato separatore sarà realizzato in geotessile del peso minimo di 300 g/m<sup>2</sup>, in fibre di poliestere a filo continuo aventi le caratteristiche riportate nell'Art. 2. Sarà fissato al piano di posa mediante punti di bitume e i giunti fra i teli saranno sovrapposti per almeno 5 cm.

## **2.14. ACCIAIO PER C.A.**

### **2.14.1. Generalità**

Gli acciai per armature di c.a. e c.a.p. debbono corrispondere ai tipi ed alle caratteristiche stabilite dalle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della legge 5/11/1971 n. 1086 e dal D.M. 17 gennaio 2018 "Norme tecniche per le costruzioni".

L'accettazione del materiale in cantiere e le modalità di prelievo dei campioni da sottoporre a prova sono quelle previste dal D.M. 17 gennaio 2018 in vigore.

Ogni carico di acciaio giunto in cantiere dovrà essere corredato dal certificato d'origine fornito dalla ferriera, riportante gli estremi del documento di trasporto. Qualora così non fosse, tutto il carico sarà rifiutato ed immediatamente allontanato, a cura e spese dell'Impresa, dal cantiere stesso.

#### **2.14.2. Acciaio in barre ad aderenza migliorata – B450 - controllato in stabilimento**

Ogni partita di acciaio in barre ad aderenza migliorata controllata in stabilimento, sarà sottoposta a controllo in cantiere prelevando almeno 3 spezzoni con la frequenza stabilita dal Direttore dei Lavori.

I campioni saranno prelevati in contraddittorio ed inviati a cura ed a spese dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, ad un Laboratorio Ufficiale secondo quanto prescritto dal D.M. 17 gennaio 2018 "Norme tecniche per le costruzioni".

Di tale operazione dovrà essere redatto apposito verbale controfirmato dalle parti.

La Direzione Lavori darà benestare per la posa in opera delle partite sottoposte all'ulteriore controllo in cantiere soltanto dopo che avrà ricevuto il relativo certificato di prova e ne avrà constatato l'esito positivo.

Nel caso di esito negativo si procederà come indicato nel D.M. in vigore.

Se anche dalla ripetizione delle prove risulteranno non rispettati i limiti richiesti, la Direzione Lavori dichiarerà la partita non idonea e l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese ad allontanarla dal cantiere.

#### **2.14.3. Reti in barre di acciaio elettrosaldate**

Le reti saranno in barre del tipo B450, controllate in stabilimento, di diametro compreso tra 4 e 12 mm, con distanza assiale non superiore a 25 cm.

Dovrà essere verificata la resistenza al distacco offerta dalla saldatura del nodo, come indicato nel DM in vigore.

Per il controllo delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura si richiamano le norme di cui al precedente punto.

#### **2.14.4. Posa in opera**

Nella posa in opera delle armature metalliche entro i casseri è prescritto tassativamente l'impiego d'opportuni distanziatori prefabbricati in conglomerato cementizio o in materiale plastico; lungo le pareti verticali si dovrà ottenere il necessario distanziamento esclusivamente mediante l'impiego di distanziatori ad anello; sul fondo dei casseri dovranno essere impiegati distanziatori del tipo approvato dalla Direzione Lavori.

L'uso dei distanziatori dovrà essere esteso anche alle strutture di fondazione armate. In assenza di tali distanziatori la Direzione lavori non darà il proprio assenso all'inizio delle operazioni di getto.

Copriferro ed interferro dovranno essere dimensionati nel rispetto di quanto disposto negli elaborati progettuali.

Le gabbie d'armatura dovranno essere, per quanto possibile, composte fuori opera; in ogni caso in corrispondenza di tutti i nodi dovranno essere eseguite legature doppie incrociate in filo di ferro ricotto di diametro non inferiore a 0,6 mm, in modo da garantire l'invariabilità della geometria della gabbia durante il getto.

In presenza di ferri d'armatura zincati od in acciaio inox, il filo utilizzato per le legature dovrà avere le stesse caratteristiche dell'acciaio da sottoporre a legatura.



L'Impresa dovrà adottare inoltre tutti gli accorgimenti necessari affinché le gabbie mantengano la posizione di progetto all'interno delle casseforme durante le operazioni di getto.

È a carico dell'Impresa l'onere della posa in opera delle armature metalliche, anche in presenza d'acqua o fanghi bentonitici, nonché i collegamenti equipotenziali.

## **2.15. ACCIAIO PER CARPENTERIA**

### **2.15.1. Generalità**

L'Impresa sarà tenuta all'osservanza delle norme di riferimento richiamate espressamente nelle relazioni di calcolo delle singole opere e nel Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018.

Le strutture in acciaio sono regolate dalla normativa europea UNI EN 1090, che impone l'obbligo della marcatura CE per la produzione proveniente dalle officine. I materiali impiegati nella costruzione di strutture in acciaio per cui non sia applicabile la marchiatura CE devono essere certificati tramite un Attestato di Qualificazione rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale, a garanzia della loro idoneità e della conformità ai requisiti strutturali.

Prima dell'approvvigionamento dei materiali da impiegare l'impresa 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 dal Progettista, 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'Impresa 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 dal D.M. in vigore 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'Impresa.



### **2.15.2. Collaudo tecnologico dei materiali**

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

A tale scopo è fatto obbligo all'Impresa 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 05/11/1971 n. 1086.

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'Impresa.

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

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

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

### **2.15.3. Controlli in corso di lavorazione**

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

L'Impresa 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'Impresa 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'impresa dovrà attenersi alle seguenti disposizioni:

- il raddrizzamento e lo spianamento, quando necessari, devono essere fatti preferibilmente con dispositivo 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 emanate in applicazione dell'art. 21 della legge 5/11/1971 n. 1086 (D.M. in vigore).
- 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:  $D = 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 27$  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 contro-dadi, anche nel caso di bulloni con viti 8.8 e 10.9.

#### **2.15.4. Montaggio**

L'Impresa sottoporrà al preventivo benestare della Direzione Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando la piena responsabilità dell'Impresa stessa 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'impresa è tenuta a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata 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, ecc.;
- 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 dal D.M. in vigore, 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 pneumatica purché questo venga controllato con chiave dinamometrica, la cui taratura dovrà risultare da certificato rilasciato da Laboratorio Ufficiale in data non anteriore ad un mese.

Per ogni unione con-bulloni l'impresa effettuerà, alla presenza della Direzione Lavori, un controllo di serraggio su un numero di bulloni pari al 10% del totale ed in ogni caso su non meno di quattro; 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'impresa dovrà effettuare la ripresa della coppia di serraggio di tutti i bulloni costituenti le unioni dandone preventiva comunicazione alla Direzione Lavori.

## **2.16. ZINCATURA A CALDO DEGLI ACCIAI**

### **2.16.1. Qualità degli acciai da zincare a caldo**

Gli acciai da sottoporre al trattamento di zincatura a caldo dovranno essere caratterizzati da un tenore di silicio inferiore allo  $0,03 \pm 0,04\%$  oppure compreso nell'intervallo  $0,15 \pm 0,25\%$ .

Inoltre gli acciai ad aderenza migliorata dovranno avere garanzia di saldabilità e composizione chimica conforme ai valori di cui al Prospetto I della Norma UNI EN 10080 per gli acciai di qualità B450C e B450A.

### **2.16.2. Zincatura a caldo per immersione**

#### **Trattamento preliminare**

Comprende le operazioni di sgrassaggio decapaggio, risciacquo, flussaggio, essiccamento e preriscaldamento a  $400 \pm 430$  K.

#### **Immersione in bagno di zinco**

Dovrà essere impiegato zinco vergine o di prima fusione in pani da fonderia, corrispondente alla designazione Zn 99,99 delle Norme UNI EN 1179, avente contenuto minimo di zinco del 99,99%.

Il bagno di zinco fuso dovrà avere temperatura compresa tra 710÷723 K; in nessun caso dovrà essere superata la temperatura massima di 730 K.

Il tempo di immersione delle barre nel bagno di zinco sarà variabile in funzione del loro diametro e del peso del rivestimento in zinco, che non dovrà mai discostarsi di +10% dalla quantità di 610 gr/m<sup>2</sup> di superficie effettivamente rivestita, corrispondente ad uno spessore di 85 µm ±10%.

Seguirà il trattamento di cromatazione, se previsto in progetto, per impedire eventuali reazioni tra le barre e il calcestruzzo fresco.

### **Finitura ed aderenza del rivestimento**

Il rivestimento di zinco dovrà presentarsi regolare, uniformemente distribuito, privo di zone scoperte, di bolle, di macchie di flusso, di inclusioni, di scorie, di macchie acide o nere.

Dovrà essere aderente alla barra in modo da non poter venire rimosso da ogni usuale processo di movimentazione, lavorazione e posa in opera.

Barre eventualmente incollate assieme dopo la zincatura e barre che presentano gocce e/o punte aguzze saranno rifiutate.

### **Verifiche**

Le verifiche saranno condotte per unità di collaudo costituite da partite del peso max di 25 t.

Oltre alle prove previste ai precedenti punti, dirette a verificare la resistenza dei materiali, dovranno essere effettuate anche le prove di seguito descritte, per verificare la rispondenza del trattamento di zincatura alle prescrizioni delle presenti Norme Tecniche.

In primo luogo la Direzione Lavori procederà in contraddittorio con l'impresa ad una accurata ispezione visiva della partita per accertare lo stato della zincatura.

In presenza di zone scoperte o di altre irregolarità superficiali le partite saranno rifiutate e l'impresa dovrà allontanarle dal cantiere a sua cura e spese.

Dovrà essere verificato il peso dello strato di zincatura mediante differenza di massa tra il campione zincato e lo stesso dopo la dissoluzione dello strato di zincatura (metodo secondo Aupperle) secondo la Norma UNI EN ISO 1460.

Da ciascuna partita saranno prelevati 9 campioni casuali: sarà determinato il peso medio del rivestimento di zinco su tre dei campioni prelevati; se risulterà uguale o superiore a 610 g/m<sup>2</sup> ±10% la partita sarà accettata.

In caso contrario la prova sarà estesa agli altri 6 campioni: se anche per questi ultimi il peso medio del rivestimento risulterà inferiore a 610 g/m<sup>2</sup> -10% la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere a cura e spese dell'Impresa. La verifica della uniformità dello strato di zincatura sarà effettuata mediante un minimo di 5 immersioni, ciascuna della durata di un minuto, dei campioni in una soluzione di solfato di rame e acqua distillata (metodo secondo Preece).

Da ciascuna partita saranno prelevati 9 campioni casuali: saranno sottoposti a prova 3 campioni.

Se dopo 5 immersioni ed il successivo lavaggio non si avrà nell'acciaio alcun deposito di rame aderente metallico e brillante, la partita sarà accettata. In caso contrario la prova sarà estesa agli altri 6 campioni:

- se presenterà depositi di rame uno solo dei campioni prelevati la partita sarà accettata;
- se il numero dei campioni che presentano depositi di rame sarà più di 1, ma comunque non superiore a 3 dei 9 prelevati, la partita sarà accettata ma verrà applicata una penale al lotto che non possiede i requisiti richiesti; se il numero dei campioni che presentano depositi di rame sarà superiore a 3, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere a cura e spese dell'Impresa.

Tutte le prove e le verifiche dovranno essere effettuate a cura ed a spese dell'Impresa sotto il controllo della Direzione Lavori, presso i Laboratori indicati dalla medesima.

### **Certificazioni**

Il produttore, oltre ai controlli sistematici, con prove di qualificazione e di verifica della qualità, di cui all'Allegato 4 delle Norme di cui al D.M. in vigore dovrà presentare per ogni partita la certificazione attestante che la zincatura è stata realizzata secondo le specifiche che precedono.

La Direzione Lavori si riserva di effettuare controlli presso lo stabilimento dove viene effettuato il trattamento di zincatura.

### **Lavorazione**

Il trattamento di zincatura a caldo potrà essere effettuato prima o dopo la lavorazione e piegatura delle barre, salvo diversa prescrizione che la Direzione Lavori si riserva d'impartire in corso d'opera.

Quando la zincatura viene effettuata prima della piegatura, eventuali scagliature del rivestimento di zinco nella zona di piegatura ed i tagli dovranno essere trattati con ritocchi di primer zincante organico bicomponente dello spessore di 80÷100 µm.

## **2.17. TUBAZIONI, POZZETTI, CANALETTE, CUNETTE E FOSSI DI GUARDIA, CORDONATE, MANUFATTI**

### **2.17.1. Tubazioni interrate**

Le tubazioni interrate in genere saranno poste in opera negli scavi predisposti su fondo resistente, non accidentato, sul quale sarà costruito un letto di sabbia e ghiaietto di opportuno spessore.

La tubazione da interrare sarà posata con andamento regolare. È fatto obbligo all'Appaltatore di assicurarsi che, ad eccezione dei punti obbligati, non risultino contropendenze dei tubi che possano provocare eventuali accumuli di acqua.

Le tubazioni interrate dovranno essere posate rispettando le quote di profondità fissate nel progetto.

Per facilitare la posa dei tubi, l'Appaltatore dovrà predisporre i fondi degli scavi sufficientemente larghi e comunque di misura non inferiore al diametro dei tubi stessi aumentato di cm 20 per lato.

Il massetto di calcestruzzo, per il sottofondo delle tubazioni interrate, ove previsto, dovrà presentare  $R_{ck} > 250 \text{ Kg/cm}^2$  e uno spessore superiore a cm 10. Le tubazioni dovranno inoltre essere rinfiancate ed anche protette, se previsto con calcestruzzo della stessa qualità usata per il sottofondo.

Se richiesto, l'Appaltatore dovrà proteggere i tubi interrati avvolgendoli con sabbia seguendo le modalità di posa prescritte, caso per caso, nei documenti contrattuali.

Le tubazioni interrate che dovessero poggiare su sostegni isolati dovranno essere posate in modo da garantire la loro perfetta stabilità.

Le curve sui vertici delle tubazioni interrate, se occorresse, dovranno essere fissate con blocchi in muratura od in conglomerato cementizio per contrastare le spinte idrostatiche che potessero verificarsi in quei punti.

Il reinterro degli scavi dovrà essere realizzato avendo cura di non provocare movimenti, benché minimi, delle tubazioni durante il loro ricoprimento.

Le superfici interessate dai reinterri dovranno essere convenientemente costipate mediante l'uso di adeguati mezzi meccanici e con la frequenza ed in maniera tale da garantire una definitiva e stabile compattazione, atta a supportare le successive pavimentazioni di marciapiedi, di strade o di cortili, senza che si abbiano a verificare ulteriori assestamenti.

La copertura dei tubi ed il reinterro dovranno essere comunque eseguito con le materie ed i materiali prescritti per le corrispondenti categorie di lavoro.

In particolare, per la posa delle tubazioni in PVC il sottofondo di appoggio ai tubi da interrare dovrà essere costituito da uno strato di sabbia steso per tutta la larghezza dello scavo e per uno spessore non inferiore a cm 10, in modo da consentire un costante appoggio ai tubi per tutta la loro lunghezza, senza gibbosità od avvallamenti.

Sulla superficie di sabbia, così ottenuta, dovrà essere eseguito il reinterro finale costituito da strati successivi e sovrapposti di materiale, dello spessore non inferiore a cm 30 per ogni strato, bagnati e costipati ove necessario.

Qualora le tubazioni in PVC da interrare, interessassero zone sottoposte a traffico libero di automezzi in genere, i loro sottofondi, rinfilanchi e ricoprimenti dovranno essere eseguiti con calcestruzzo C25/30 nel caso di ricoprimento minore di 0.80m dall'estradosso del tubo ed in sabbia per ricoprimento maggiore, così come espressamente consigliato dalla Ditta produttrice dei tubi stessi.

Il completamento del ricoprimento della tubazione di progetto, a partire dalla testa del rinfilanco appena descritto e la base del pacchetto stradale, dovrà essere eseguito con malta aerata o misto cementato.

Se gli spessori di reinterro risultassero inadeguati ai carichi del traffico libero stradale, l'Appaltatore dovrà interporre fra i tubi ed il reinterro stesso un idoneo diaframma rigido di protezione da appoggiare sullo strato superiore di sabbia o di materiale incoerente.

#### **2.17.2. Tubazioni in vista**

Le tubazioni sia orizzontali che verticali o sospese, collocate in vista, dovranno essere fissate e sostenute con mezzi idonei quali staffe, mensole, cravatte, collari, grappe o simili, opportunamente murati con gli intervalli prescritti, e, ad ogni modo, in numero tale da garantire il perfetto sostegno delle tubazioni stesse.

Le parti di fissaggio e di sostegno dovranno essere di idonea robustezza, in acciaio, di tipo apribile, tali da rendere facile lo smontaggio delle tubazioni in qualsiasi momento, e tali da permettere, inoltre, lievi movimenti delle tubazioni dovuti alle dilatazioni termiche.

#### **2.17.3. Tubazioni di cemento (semplice ed armato)**

I tubi di cemento dovranno essere fabbricati a regola d'arte con diametro uniforme e con gli spessori corrispondenti alle prescrizioni specificate dalla Direzione lavori; saranno ben stagionati e di perfetto impasto di calcestruzzo dosato a kg 400 di cemento R 325 per mc., sonori alla percussione, senza screpolature e sbavature; saranno muniti delle opportune sagomature alle due estremità per consentire un giunto a sicura tenuta.

I tubi saranno posti in opera secondo le livellette stabilite in progetto, previa realizzazione di platea di calcestruzzo dosato a kg 200 di cemento tipo 325 per mc. d'impasto in opera e dello spessore di volta in volta indicato dalla Direzione dei Lavori. Verranno inoltre rivestiti di calcestruzzo dosato a kg 200 di cemento per mc. d'impasto in opera secondo le sagome previste dai disegni di progetto, previa perfetta sigillatura esterna ed interna dei giunti con malta di puro cemento di classe 425; per tale esecuzione sulle testate dei tubi, dopo accurata pulizia e bagnatura, verrà applicato il legante, dapprima sull'incavo del tubo già in opera e successivamente sul risalto di quello da posare; quest'ultimo verrà spinto contro il precedente, facendo rifluire il legante in eccesso. Verranno raschiate infine tutte le sbavature, procedendo ad eventuali aggiustamenti e quindi alla stuccatura di finitura con malta plasticata dello stesso agglomerante, così da formare un anello di guarnizione. La verifica nei riguardi dei carichi ovalizzanti verrà effettuata secondo le raccomandazioni ANDIS che si richiamano alle esperienze di Marston ed alle formule di Spangler.



#### **2.17.4. Tubazioni di cloruro di polivinile (pvc)**

Le tubazioni di cloruro di polivinile dovranno essere realizzate, in quanto ai materiali, con tubi di PVC non plastificato rispondenti ai requisiti di accettazione del presente Capitolato (per condotte fognarie UNI EN 1401 – SNC SDR 41). La posa in opera avverrà nel rispetto delle prescrizioni di progetto, con tutte le attenzioni che l'uso di detto materiale comporta.

Ogni operazione (trasporto, carico, e scarico, accatastamento, ecc.) dovrà essere effettuata in modo da non provocare deterioramento o deformazione nei tubi, particolarmente per urti, eccessive inflessioni, ecc. e ciò specialmente alle basse temperature. L'accatastamento dovrà essere effettuato in luogo riparato dai raggi solari e per altezze non superiori a 1,50 m.

Nel caso di tubazioni interrato, la posa e la prima parte del rinterro dovranno eseguirsi con l'impiego di materiale arido e granulometria minutissima (possibilmente sabbia, per uno spessore di copertura non inferiore a 20 cm) o mediante la formazione di un bauletto di cls. di spessore attorno alla condotta mai inferiore a 10 cm, curando opportunamente la protezione nei riguardi dei carichi di superficie o di eventuali danneggiamenti accidentali. Nel caso di tubazioni esterne la posa avverrà a mezzo di opportuni ancoraggi e/o sostegni. In particolare, per quelle verticali, a mezzo di collari serranti posizionati immediatamente sotto i bicchieri e di collari guida posizionati lungo il resto del tubo; per quelle orizzontali, a mezzo di staffe a larga sezione (almeno 5 cm) interposte ogni 80 cm per tubazioni con diametro fino a 90 mm e non oltre 300 cm per gli altri diametri (per tubazioni sospese) o con appoggi di pari interasse (per tubazioni appoggiate) e staffe di ancoraggio.

Nella posa in opera, dovrà evitarsi che le tubazioni fossero sistemate in prossimità di sorgenti di calore. Saranno inoltre vietate la formazione in cantiere dei bicchieri di innesto (dovendosi nel caso approvvigionare tubi performati in stabilimento), la curvatura a caldo (dovendosi nel caso impiegare i relativi pezzi speciali) e la cartellatura.

Le giunzioni potranno essere, in rapporto alle prescrizioni, sia di tipo rigido, effettuate a mezzo di incollaggi e/o saldature, sia di tipo elastico, effettuate a mezzo di idonei anelli elastomerici di tenuta. Nelle giunzioni esterne del primo tipo dovrà essere tenuto conto dell'elevato coefficiente di dilatazione termica lineare del PVC (pari a circa 0,08 mm/m°C) inserendo, a monte dei punti fissi (nodi), appositi giunti di dilatazione, ciò in particolare nel caso di tratti di una certa lunghezza e di andamento rettilineo.

Per le condotte formate con tubi del tipo 303 UNI 1401 il massimo ricoprimento ammesso sarà di 6,00 m nel caso di posa in trincea stretta e di 4,00 m nel caso di trincea larga e sotto terrapieno. Oltre tali condizioni potranno essere impiegati i tubi della UNI 12201-2:2013 relativa alle caratteristiche dei tubi in polietilene interrati o fuori terra.

Le tubazioni saranno fornite complete di ogni pezzo speciale occorrente ed in particolare:

- curve a 15°-30°-45°;
- braghe semplici a 45° e 90°, braghe doppie a 45° e 90°;
- braghe ridotte a 45° e 90°, braghe doppie ridotte a 45° e 90°;
- tappo di chiusura;
- bigiunto;
- aumento (o riduzione);
- ispezione lineare con tappo;
- raccordo al pozzetto;
- innesto a sella;
- valvole di non ritorno e anelli di gomma;
- sifone, sifone Firenze con ispezione;

- ogni altro pezzo speciale occorrente.

In particolare si prescrive che le condotte per fognature di acque bianche e nere siano realizzate mantenendo sempre la continuità delle tubazioni all'interno dei pozzetti.

Nei pozzetti di ispezione saranno impiegate ispezioni lineari con tappo, all'interno dei pozzetti di raccordo saranno impiegati braghe e curve di vario tipo.

Si raccomanda inoltre di evitare, per quanto possibile, la realizzazione di curve, braghe, innesti a 90°.

#### **2.17.5. Tubazioni di polietilene**

Le tubazioni in argomento saranno realizzate, salvo diversa prescrizione, con tubi di polietilene ad alta densità (PEAD) rispondenti ai requisiti di accettazione del presente Capitolato.

La posa in opera avverrà nel rispetto delle prescrizioni di progetto e le seguenti raccomandazioni dell'Istituto Italiano dei Plastici:

- I.I.P. - Raccomandazioni sulla installazione delle tubazioni di polietilene alta densità nella costruzione di acquedotti (Pubblicazione n. 10).
- I.I.P. - Raccomandazioni sulla installazione delle tubazioni di polietilene alta densità nella costruzione di fognature interrate e subacquee e di scarichi industriali (Pubblicazione n. 11).

Nelle tubazioni interrate, la minima profondità di posa rispetto alla generatrice superiore dei tubi dovrà essere di 1,00 m (1,50 m per tubi di scarico con DN maggiore di 600 mm e, per tutti i diametri, sotto superficie di traffico oltre 12 tonnellate), ed in ogni caso sarà da valutare in funzione dei carichi, del pericolo di gelo e del diametro.

Ove pertanto durante i lavori si verificassero condizioni più gravose di quelle previste di norma in progetto (per tronchi di limitata lunghezza), si dovrà procedere ad opere di protezione tali da ridurre le sollecitazioni sulle pareti dei tubi ai valori stabiliti per la classe di spessori prescelta.

Per le condotte in oggetto il massimo ricoprimento ammesso sarà di 6,00 m nel caso di posa in trincea stretta e di 4,00 m nel caso di trincea larga e sotto terrapieno. In tutti i casi il riempimento che avvolgerà la tubazione fino ad un'altezza non inferiore a 15 cm oltre la generatrice superiore dovrà essere uniformemente e perfettamente costipato, fino a raggiungere il 90% del valore ottimale con la prova di penetrazione Proctor modificata.

Il riempimento, almeno per i primi 50 cm, dovrà essere eseguito sopra la condotta nelle medesime condizioni di temperatura esterna (comunque non elevata). Si procederà sempre a zone di 20 ÷ 30 m, avanzando in una sola direzione e possibilmente in salita; si lavorerà su tre tratte consecutive a diversi e successivi gradi di riempimento e ricoprimento. Una delle estremità della tratta sarà sempre mantenuta libera di muoversi e l'attacco dei pezzi speciali dovrà essere eseguito dopo che il ricoprimento sarà portato a 5,00 m dai pezzi stessi.

Le giunzioni potranno essere, in rapporto alle previsioni, del tipo per saldatura, per serraggio meccanico e per flangiatura come di seguito specificato.

Le tubazioni saranno fornite complete di ogni pezzo speciale occorrente.

#### **2.17.6. Pozzetti di ispezione per fognature**

Saranno di norma realizzati con elementi modulari prefabbricati in calcestruzzo di cemento vibrocompresso CAV a parziale o totale impiego, eventualmente potranno essere in conglomerato cementizio dosato a 250 ÷ 300 kg/m<sup>3</sup> di cemento (armato o meno secondo prescrizione).

È prevista la seguente tipologia di pozzetti di ispezione:



- a) Pozzetti prefabbricati modulari e autoportanti in c.a., da innestare sui canali fognari in cls centrifugato di grosso diametro, costituiti da elemento di fondo, prolunghe, soletta superiore, torrino con chiusino, pareti di spessore 15-20 cm.

In particolare, per questo tipo di pozzetti, si prescrive che il fondo debba essere opportunamente sagomato e che gli innesti delle condotte siano eseguiti assicurando la massima continuità idraulica.

- b) Pozzetti prefabbricati in c.a. vibrato ad elementi sovrapposti con pareti dello spessore di 10 cm, innestati sulle condotte fognarie in PVC.

Nell'attraversamento di detti pozzetti la condotta conserverà una completa continuità idraulica, l'ispezione sarà consentita impiegando lo specifico pezzo speciale dotato di tappo.

Detti pozzetti avranno sulle pareti laterali le predisposizioni per l'innesto delle tubazioni, costituite da zone circolari con spessore ridotto.

I fori praticati per innestare le tubazioni saranno perfettamente stuccati e sigillati con resina epossidica bicomponente o con malta cementizia.

#### **2.17.7. Caditoie stradali**

Potranno essere, in rapporto alla installazione prescritta, sia a caduta verticale che a bocca di lupo; entrambi nel tipo prefabbricato o realizzato in opera, con o senza sifone e con eventuale raccolta dei fanghi attuata a mezzo di appositi cestelli in lamiera di acciaio zincata e tramoggia di convogliamento.

I pozzetti prefabbricati saranno di norma realizzati con elementi in conglomerato cementizio vibrato ad elevato dosaggio di cemento CAV, armato con tondo di acciaio nervato ed avranno spessore delle pareti non inferiore a 10 cm. Per l'innesto dei tubi dovranno essere dotati, a seconda dei tipi, di uno o più diaframmi sulle pareti, del diametro di 20÷30 cm, tali comunque da non alterare la resistenza delle pareti stesse. I pozzetti realizzati in opera saranno di norma costruiti in conglomerato cementizio dosato a 300 kg/m<sup>3</sup>, idoneamente armato, ed avranno spessore delle pareti non inferiore ad 15 cm. I pozzetti a caduta verticale avranno dimensioni interne non inferiori a 40x40x70 cm se sifonati. Questi ultimi saranno dotati di elemento di copertura costituito da griglia drenate in ghisa sferoidale con classe di resistenza non inferiore a D400.

I pozzetti a bocca di lupo avranno dimensioni minime trasversali uguali a quelle precedentemente riportate, altezza non inferiore a 90 cm, e dovranno essere completi degli elementi di cui in precedenza, dove però la griglia sarà sostituita da idoneo chiusino.

Tutti i pozzetti dovranno comunque poggiare sopra un massetto di conglomerato cementizio di spessore non inferiore a 10 cm.

#### **2.17.8. Pozzetto prefabbricato di raccordo per fognature**

E' previsto l'impiego di pozzetti prefabbricati ed interrati, comprendenti elementi dalle dimensioni indicate negli elaborati progettuali ad anelli superiori, simili a quanto descritto al punto precedente del presente articolo.

Detti manufatti, di cemento armato vibrocompresso CAV, avranno sulle pareti laterali la predisposizione per l'innesto dei tubi di plastica, costituita da zone circolari con parete a spessore ridotto.

Nell'attraversamento dei pozzetti in oggetto, le condotte fognarie, conserveranno una completa continuità idraulica.

Gli innesti e gli allacciamenti di condotte secondarie saranno sempre realizzati impiegando gli idonei pezzi speciali, curve, braghe, ecc.

### **2.17.9. Chiusini (griglie e caditoie) per pozzetti di ogni tipo**

Le caratteristiche (e la posa) di ogni tipo di chiusino (griglia e caditoia) dovranno essere conformi alle prescrizioni della norma UNI EN 124.

In particolare si prescrive che ogni chiusino (griglia o caditoia) localizzato sulla carreggiata stradale debba essere conforme alla classe D400 (resistenza > 40.000 da N) e che ogni chiusino (griglia o caditoia) localizzata sul ciglio stradale ed in aree esclusivamente pedonali debba essere conforme alla classe C 250 (resistenza > 25.000 da N).

### **2.17.10. Elementi per canalette, cunette e fossi di guardia**

La posa di questi elementi dovrà avvenire sulla base del progetto e delle esigenze di smaltimento delle acque meteoriche dal corpo stradale.

Gli elementi potranno avere varie forme e dimensione, scegliendo la tipologia più adatta in base a:

- sicurezza per l'utente della strada
- ingombri e geometrie in rapporto alla posizione e agli spazi disponibili
- portate di acqua da convogliare
- estetica e omogeneità

La posa in opera di questi elementi avverrà su letto di sabbia dello spessore di cm 20 adeguatamente costipata. Qualora gli elementi siano dotati di denti di innesto la posa avverrà a secco, viceversa le giunture dovranno essere riempite con malta cementizia dosata a 350 kg di cemento normale per m<sup>3</sup> di sabbia.

### **2.17.11. Embrici**

Detti elementi vengono di norma utilizzati per il convogliamento delle acque in presenza di forti pendenze.

Essi andranno posti in opera a secco senza sottofondo sul fianco del rilevato stradale, semplicemente incastrando l'elemento superiore sull'elemento inferiore. L'elemento più basso dovrà essere ancorato al bordo del fosso laterale mediante piccola fondazione in conglomerato cementizio magro non armato classe C15/20 atta a bloccare l'elemento stesso e l'intera colonna degli elementi a monte.

L'elemento di sommità dovrà essere sagomato ad invito al fine di favorire l'ingresso dell'acqua e dovrà essere posizionato in modo da non creare scalini o impedimenti al normale deflusso.

### **2.17.12. Elementi scatolari**

Gli elementi scatolari prefabbricati saranno realizzati in calcestruzzo di cemento ad alta resistenza ai solfati, turbovibrocompresso a sezione rettangolare interna, con armatura idonea e sistema di giunzione con incastro a bicchiere (a richiesta con anello di tenuta in gomma conforme UNI EN 681-1). I manufatti dovranno essere costruiti in conformità alle Norme UNI EN 14844:2006 marcatura CE, Decreto 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni" UNI 206-1, UNI8981, EN 13760:2008 e UNI 8520/2 per carichi stradali di prima categoria. E' a carico dell'impresa produrre tutti i calcoli di verifica statica dei manufatti. Lo scatolare sarà posato su soletta in calcestruzzo magro di spessore non inferiore ai 10 cm. I punti di giunzione ed eventuali fori predisposti per il calaggio dei manufatti dovranno essere sigillati con apposite malte espansive.

### **2.17.13. Canaletta prefabbricata**

Canaletta in cls prefabbricato resistente a carichi stradali, di dimensioni interne pari a 20 cm di larghezza e 25cm di altezza. A questa è associata la griglia drenate in ghisa sferoidale con classe di resistenza D400.

### **2.17.14. Cordonate, zanelle, plinti volta-testa**

Le cordonate ammesse saranno dei seguenti tipi:

- Cordonate rette per marciapiede a sezione trapezia 15/12x25 cm o rettangolare (materiale lapideo-granito o cls) a sezione 15x25 cm;
- Cordonate rette per marciapiede a sezione trapezia 18/15x30
- Cordonate inclinate per isola sparti-traffico a sezione trapezia 50/10x30
- Cordonate in cls inclinate per isola sparti-traffico a sezione trapezia 12/22x25 cm;
- Liste in granito a sezione rettangolare 5x15 cm per pista ciclabile;
- Liste in cls a sezione rettangolare 10x25 cm per contenimento stalli auto e marciapiedi;

Le cordonate inclinate per isola sparti-traffico a sezione trapezia 12/22x25, verranno utilizzate solo nel caso di delimitazione di isole o airole sparti-traffico e dovranno prevedere la segnalazione con tinteggiatura gialla uniforme o a bande inclinate alternate giallo/nere o bianco/nere. Le cordonate andranno posate in perfetto allineamento su letto di conglomerato cementizio magro non armato dello spessore minimo di 20 cm gettato entro terra. Gli elementi di cordonata verranno posati attestati, lasciando fra le teste contigue lo spazio di cm 0,5. Tale spazio verrà riempito di malta cementizia dosata a 350 kg di cemento normale per mc di sabbia. In rettilineo andranno usati elementi di lunghezza di almeno 100 ml, in curva dovranno essere utilizzati pezzi speciali con curvatura di 50 cm. In aderenza alle cordonate, laddove previsto dal progetto, saranno posate zanelle "doppie" in cls con larghezza pari a 30 cm (compluvio di 15+15 cm), adeguatamente sottofondate con calcestruzzo (spessore almeno 10 cm) ed imboiaccate. In corrispondenza degli accessi carrai o dei passaggi pedonali, lungo i marciapiedi, saranno posti in opera plinti volta-testa in granito bianco o grigio della dimensione in pianta pari a 50x50 o 60x60 cm, spessore medio 25/30 cm, posati su caldana di allettamento in calcestruzzo R325 dosata a 300 kg/m<sup>3</sup> di cemento, compresa la sigillatura e stuccatura dei giunti con malta cementizia di idoneo colore e granulometria.

Tra i volta-testa saranno poste in opera soglie in granito bianco o grigio della larghezza di 60 cm e lunghezza a correre, spessore medio non inferiore a 10/25 cm, posate su caldana di allettamento in calcestruzzo R325 dosata a 300 kg/m<sup>3</sup> di cemento, compresa la sigillatura e stuccatura dei giunti con malta cementizia di idoneo colore e granulometria.

La scelta del granito dovrà essere concordata con la Direzione Lavori a seguito di relativa campionatura.

## **2.18. SEGNALETICA VERTICALE E ORIZZONTALE**

### **2.18.1. Generalità**

I lavori dovranno venire eseguiti da personale specializzato e conformi alle disposizioni del codice della strada e del relativo regolamento di esecuzione e di attuazione.

Il Direttore dei Lavori potrà impartire disposizioni sull'esecuzione dei lavori e l'ordine di precedenza da dare ai medesimi. Gli stessi potranno essere ordinati in più volte, a seconda delle particolari esigenze varie, per esecuzioni anche di notte, senza che l'Impresa possa pretendere prezzi diversi da quelli fissati nel presente Capitolato.

## **2.18.2. Normative di riferimento**

Il piano della segnaletica di ogni intervento di tipo stradale, sia in sede pubblica che in sede privata dovrà avvenire secondo le disposizioni delle seguenti leggi nazionali:

D.L. 30/04/1992 n. 285 e succ. D.L. 10/09/1993 n. 360 "Nuovo codice della strada" D.P.R. 16/12/1992 n. 495 e succ. D.P.R. 16/09/1996 n. 610 "Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada" e successivi aggiornamenti.

Inoltre per il calcolo dei sostegni, per le prove di visibilità e di rifrazione e per quanto non espresso nella legislazione nazionale si dovrà far riferimento alla norma UNI EN 12899-1: 2003.

## **2.18.3. Segnaletica verticale**

I segnali verticali devono essere conformi a quanto indicato nel Regolamento del Nuovo codice della strada e sulla parte posteriore, di colore neutro, deve essere chiaramente indicato l'Ente proprietario della strada, il marchio del fabbricante il segnale e l'anno di fabbricazione; per i segnali prescrittivi, ad eccezione di quelli di cantiere, devono essere riportati anche gli estremi dell'ordinanza di apposizione.

Tali annotazioni devono essere contenute in una superficie non superiore a 200 cm<sup>2</sup>.

- **Colori dei segnali**

I segnali verticali, suddivisi in segnali di pericolo, prescrizione e indicazione, devono utilizzare i colori indicati nella tabella sotto riportata:

Segnale	Colore		
Segnali di pericolo e prescrizione	Bianco, blu, rosso, nero, giallo, verde e grigio		
Segnale	Colore fondo	Colore scritte	Colore simboli
Segnali di indicazione per autostrade.	Verde	Bianco	Bianco
Segnali di indicazione per strade extraurbane.	Blu	Bianco	Bianco
Segnali di indicazione per strade urbane, alberghi e strutture ricettive affini.	Bianco	Nero o blu	Nero o blu
Segnali temporanei di pericolo, di preavviso e di direzione, dovuti a lavori sulla strada.	Giallo	Nero	Nero
Segnali di indicazione di località o punti di interesse storico, artistico, culturale e turistico.	Marrone	Bianco	Bianco
Segnali di indicazione a fabbriche, stabilimenti, zone industriali, centri commerciali.	Nero opaco	Giallo	Bianco
Segnali di indicazione "Scuolabus" e "Taxi"	Arancio	Nero	Nero
Segnali di indicazione "SOS" e "Incidente"	Rosso	Bianco	Bianco
Segnali a strisce da utilizzare nei cantieri stradali	Bianco e rosso	-	-
Segnali di indicazione "Segnaletica orizzontale in rifacimento"	Grigio	Bianco	Bianco

- **Visibilità dei segnali verticali**

I segnali devono essere rifrangenti perché siano visibili sia di giorno che di notte con le stesse forme, colori e simboli. Le pellicole rifrangenti sono distinte in normali (Classe 1) ed a elevata efficienza (Classe 2).

L'impresa dovrà applicare le classi di pellicola di ciascun segnale indicate nel progetto esecutivo.

Per i segnali "Dare precedenza", "STOP", "Dare precedenza a destra", "Divieto di sorpasso" e per i segnali permanenti di preavviso e di direzione è obbligatorio l'uso di pellicole rifrangenti ad elevata efficienza (Classe 2).

Per le prove di visibilità e rifrangenza si dovrà inoltre ottemperare a quanto disposto dalla norma UNI EN 12899-1:2003.

- **Dimensioni e formati dei segnali verticali**

I segnali verticali possono essere di tre formati: piccolo, medio e grande. Il formato grande deve essere impiegato nel caso di installazione al di sopra della carreggiata in ambito stradale extraurbano.

Gli spessori della lamiera di alluminio da utilizzare per il confezionamento sono:

Piccolo	20/10 mm
Normale	25/10 mm
Grande	30/10 mm

I segnali di formato piccolo sono utilizzabili solamente in ambito urbano quando non sia materialmente possibile l'impianto di segnali di formato normale.

Il progettista dovrà indicare chiaramente la tipologia del segnale richiesto in progetto, sulla base di considerazioni riguardanti la visibilità dello stesso.

- **Posizione dei segnali verticali**

I segnali verticali vanno posizionati generalmente sul lato destro della strada. La ripetizione sul lato sinistro, o l'installazione al di sopra della carreggiata è dettata o da esigenze di sicurezza o da norme specifiche relative a singole categorie di segnali.

La distanza minima del segnale di pericolo dal punto di inizio del pericolo segnalato è di 150 m.

I segnali di prescrizione, invece, vanno posizionati in corrispondenza o il più vicino possibile al punto in cui inizia la prescrizione, così come i segnali che indicano la fine del divieto o dell'obbligo.

La ripetizione in anticipo dei segnali di pericolo o prescrizione, corredati di pannelli integrativi con l'indicazione delle distanze (arrotondate per eccesso ai 10 m), è possibile con funzione di preavviso e di migliore informazione del conducente.

Il segnale di "STOP" deve essere installato in corrispondenza della soglia delle intersezioni o quanto più possibile vicino ad essa mentre il segnale "dare precedenza" deve essere ubicato in prossimità del limite della carreggiata stradale che ha il diritto di precedenza e comunque a distanza inferiore a 10 m da questa. Per entrambi questi segnali è obbligatorio il relativo preavviso.

Per la segnalazione della testata delle isole spartitraffico si devono utilizzare o le colonnine luminose a luce gialla fissa o i delineatori speciali di ostacolo.

- **Iscrizioni, lettere e simboli dei segnali di indicazione**

I segnali di indicazione possono contenere scritte, lettere e simboli. I caratteri alfabetici utilizzabili per le scritte sono differenziati in normali o stretti e positivi o negativi combinabili a seconda delle esigenze (vedi art. 125 del Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada).

L'utilizzazione dei caratteri stretti è consentita solamente per parole o gruppi di parole non abbreviabili o quando l'impiego dei caratteri normali determini scritte troppo lunghe rispetto alla grandezza del segnale.

La distanza di leggibilità delle scritte deve essere superiore a 60 m nel caso delle strade locali e superiore a 100 m nel caso delle strade di scorrimento.

- **Posizione dei segnali di indicazione**

Per assicurare al conducente del veicolo uno spazio di avvistamento del segnale di indicazione, che gli consenta di prepararsi ad eseguire le manovre richieste in condizioni di sicurezza, esso va posto ad una distanza che è funzione della velocità locale predominante:

<b>Velocità locale predominante (km/h)</b>	<b>40</b>	<b>50</b>	<b>60</b>	<b>70</b>	<b>90</b>
<b>Spazio di avvistamento (m)</b>	<b>80</b>	<b>100</b>	<b>120</b>	<b>140</b>	<b>170</b>

- **Caratteristiche e sistemi di fissaggio dei sostegni**

I segnali verticali devono essere montati su supporti e sostegni in metallo.

I sostegni a sezione circolare devono avere un dispositivo fisso di bloccaggio antirotazione del segnale rispetto al sostegno e del sostegno rispetto al terreno.

Tutti i sostegni e i supporti devono essere adeguatamente protetti contro la corrosione a mezzo di zincatura.

Ogni sostegno, escluse le strutture complesse, deve portare, in genere, un solo segnale; è tollerato il montaggio di 2 segnali del medesimo formato sullo stesso sostegno in casi di necessità. La gerarchia di montaggio deve seguire la seguente progressione (dall'alto verso il basso):

1. segnale di pericolo;
2. segnale di precedenza;
3. segnale di divieto;
4. segnale di obbligo.

Normalmente, per segnali posti al lato della sede stradale, il sostegno sarà del tipo tubolare standard che andrà vincolato al terreno mediante il getto di un piccolo plinto non armato in conglomerato cementizio classe C20/25, delle dimensioni di circa cm 50x50x50. Nel caso di sostegni complessi a portale o a semiportale o, in ogni caso, qualora si superi un'altezza di 4 m o nel caso di segnali con superficie esposta superiore a 2<sup>3</sup> m, si dovrà procedere ad adeguato dimensionamento dei sostegni. In tal caso la tipologia di opera fondazionale sarà indicata nel rispettivo elaborato progettuale.

Tale dimensionamento dovrà avvenire sulla base delle norme di calcolo degli elementi strutturali in acciaio come disposto dalle normative UNI EN 12767 e UNI EN 12899-1, UNI ENV 1993-1 (strutture in acciaio) o UNI ENV 1999-1 (strutture in alluminio) e dal Decreto 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni".

In questi casi si dovrà altresì prevedere una fondazione in conglomerato cementizio armato procedendo al calcolo della stessa.

#### **2.18.4. Segnaletica orizzontale**

I segnali orizzontali possono essere usati in maniera autonoma, quando non sono previsti altri segnali, o per integrare la segnaletica verticale.

I materiali da utilizzare devono avere caratteristiche tali da consentirne la visione sia di giorno che di notte ed anche in presenza di pioggia o con fondo stradale bagnato. Lo spessore dei materiali antisdrucchiolevoli utilizzati non deve superare i 3 mm rispetto al piano della pavimentazione. Nel caso di strisce longitudinali continue realizzate con materie plastiche di spessore pari o superiore a 1.5 mm deve essere garantito il deflusso dell'acqua tramite interruzioni.

**I colori previsti per i segnali orizzontali sono:**

- **bianco;**
- **giallo;**
- **azzurro;**
- **giallo alternato con il nero.**

- **Strisce longitudinali**

Le strisce longitudinali servono a separare le corsie di marcia, a delimitare la carreggiata stradale e a incanalare e guidare i veicoli in determinate direzioni. La larghezza minima di tali strisce è di 12 cm. La tipologia, la lunghezza dei tratti e degli intervalli e l'ambito di applicazione sono definiti nella specifica normativa.

- **Strisce di raccordo**

Le variazioni nell'andamento della carreggiata e delle corsie vanno evidenziate mediante strisce di raccordo di tipo continuo obliquo e colore bianco. L'inclinazione di tali strisce rispetto all'asse stradale non deve superare il 5%.

Le zone della carreggiata non percorribili dai veicoli e delimitate da strisce di raccordo devono essere evidenziate con zebraure. Le strisce della zebraura sono di colore bianco, inclinate nel verso di percorrenza di almeno 45° rispetto alla corsia di marcia, di larghezza almeno pari a 30 cm ed intervallate da spazi di larghezza doppia.

- **Strisce trasversali**

In presenza del segnale di "STOP", nelle intersezioni semaforiche e negli attraversamenti pedonali semaforizzati va utilizzata la linea trasversale continua della larghezza minima di 50 cm. La linea di arresto deve essere integrata con l'iscrizione STOP sulla pavimentazione; la distanza tra il limite superiore dell'iscrizione ed il bordo della linea di arresto deve essere compresa tra 1 e 3 m.

In presenza del segnale "dare precedenza" si utilizza invece una serie di triangoli bianchi con la punta rivolta verso il conducente obbligato a dare precedenza. La base dei triangoli ha dimensioni comprese tra 40 e 60 cm mentre l'altezza varia conseguentemente tra 50 e 70 cm. Tale linea può essere integrata con il simbolo del triangolo tracciato sulla pavimentazione; il limite superiore del triangolo non deve distare dai vertici dei triangoli costituenti la linea di arresto meno di 2 m.

- **Attraversamenti pedonali e ciclabili**

Gli attraversamenti pedonali vanno evidenziati sulla carreggiata mediante zebraure con strisce bianche parallele alla direzione di marcia dei veicoli, di lunghezza non inferiore a 2,50 m; la larghezza delle strisce e degli intervalli è di 50 cm.

Gli attraversamenti ciclabili vanno evidenziati mediante due strisce bianche discontinue, di larghezza pari a 50 cm con segmenti e intervalli lunghi 50 cm; la distanza minima tra i bordi interni delle due strisce trasversali è di 1 m per gli attraversamenti a senso unico e di 2 m per gli attraversamenti a doppio senso.

Sulle strade ove è consentita la sosta, per migliorare la visibilità, da parte dei conducenti, nei confronti di pedoni/ciclisti che si accingono ad impegnare la carreggiata, gli attraversamenti pedonali/ciclabili possono essere preceduti, nel verso di marcia dei veicoli, da una striscia gialla a zig zag avente altezza minima di 2,70 m e lunghezza di 12 m. Su tale striscia è vietata la sosta.

**In conformità a quanto indicato dal Comune di Firenze nel "Disciplinare tecnico relativo ai ripristini stradali, Capo 8 – Segnaletica, viabilità e controlli sul cantiere – art. 18 Ripristino segnaletica", tutti gli attraversamenti pedonali dovranno essere realizzati in materiale termoplastico preformato.**

- **Pista ciclabile**

Il fondo delle pavimentazioni dei percorsi ciclabili sarà opportunamente trattato con vernice del colore a scelta della D.L. a base di resine polivalenti, con spessore medio di 0.3-0.5 mm, applicato in modo uniforme ed omogeneo. L'applicazione del colore sarà eseguita a pavimentazione ben asciutta, dopo avere accuratamente pulito la superficie da trattare. La vernice impiegata dovrà garantire le dovute caratteristiche di attrito e una resistenza alla usura e alla esposizione alle intemperie e all'esposizione al sole, tale da mantenere le sue caratteristiche iniziali per un periodo non inferiore ai tre anni.



- **Frecce direzionali**

Vanno utilizzate sulle corsie di preselezione in prossimità di una intersezione e in ogni altro attestamento rilevabile dai disegni di progetto. Sono di colore bianco, hanno una lunghezza di 5 m, sono posizionate in asse alla corsia di marcia e l'intervallo longitudinale tra più frecce uguali nella stessa corsia non deve essere inferiore a 10 m e superiore a 30 m; la distanza tra la punta della freccia e la striscia trasversale di arresto deve essere di almeno 5 m.

- **Delimitazione degli stalli di sosta**

La delimitazione degli stalli di sosta va effettuata mediante il tracciamento sulla pavimentazione di strisce della larghezza di 12 cm formanti un rettangolo, entro il quale dovrà essere parcheggiato il veicolo. I colori delle strisce di delimitazione sono:

- bianco per gli stalli di sosta non a pagamento;
- azzurro per gli stalli di sosta a pagamento;
- giallo per gli stalli di sosta riservati

Nei parcheggi privati, privati a uso pubblico, e ove richiesto direttamente dal Committente, la delimitazione degli stalli di sosta, va eseguita mediante il tracciamento di una doppia striscia di larghezza 12 cm.

Gli stalli di sosta riservati alle persone invalide devono essere delimitati da strisce gialle e contrassegnati sulla pavimentazione dall'apposito simbolo; devono, inoltre, essere affiancati da uno spazio libero necessario per consentire l'apertura dello sportello del veicolo nonché la manovra di entrata e di uscita dal veicolo, ovvero per consentire l'accesso al marciapiede.

## **2.18.5. Disposizioni particolari a carico dell'impresa**

Durante l'esecuzione dei lavori, ovvero al termine degli stessi, l'eventuale cancellazione di segnaletica orizzontale preesistente, ovvero della segnaletica gialla provvisoria allestita durante le deviazioni provvisorie, dovrà essere necessariamente eseguita tramite apposita fresatura, senza ricorrere all'utilizzo di vernice nera.

Tali attività sono da ritenersi completamente a carico dell'impresa esecutrice dei lavori.

## **2.19. BARRIERE DI SICUREZZA E PARAPETTI METALLICI**

Le barriere di sicurezza in acciaio verranno installate lungo i tratti indicati negli elaborati progettuali, sul ciglio della piattaforma stradale secondo le disposizioni che impartirà la D.L. ed a norma della circolare del Ministero LL.PP. n. 2337 dell'11.7.1987 (pubblicata sulla G.U. n. 182 del 6.8.1987), nonché al D.M. del 21.06.2004 in aggiornamento al D.M. del 18.02.1992 n° 223, al D.M. del 15.10.1996, al D.M. LL.PP. del 03/06/98 e del 11/06/99.

I parapetti metallici verranno installati in corrispondenza dei cigli dei manufatti.

I materiali e le lavorazioni necessarie saranno rispondenti agli elaborati progettuali e alle specifiche tecniche del produttore che individuato dall'Appaltatore. I controlli, le verifiche e gli accertamenti saranno eseguiti in contraddittorio con la Direzione Lavori.

### **2.19.1. Barriere metalliche**

#### **2.19.1.1 Accettazione dei materiali**

Le barriere di sicurezza dovranno presentare la marcatura CE.; la documentazione attestante dovrà essere consegnata alla D.L. preventivamente all'inizio di tali lavori.

Tutte le barriere dovranno essere identificate con il nome del produttore.

### 2.19.1.2 Qualità dei materiali

#### Caratteristiche dell'acciaio

L'acciaio impiegato per le barriere 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, o di qualità UNI EN 10025 - S235.

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.

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 del fornitore.

#### Caratteristiche dell'acciaio CORTEN

Saranno effettuate sempre le prove dimensionali, di trazione a snervamento e a rottura, l'allungamento percentuale, le prove di resilienza e le proprietà chimiche.

Le caratteristiche meccaniche e chimiche dell'acciaio Corten per sicurvvia dovranno soddisfare quanto previsto nelle tabelle riepilogative sotto riportate.

- *Caratteristiche meccaniche*

	Tipo	Sigla EN 10027-1	Norma	Tens. rottura N/mm <sup>2</sup>	Tens. snervamento N/mm <sup>2</sup>	Di a rottura %	Allungam. a rottura %	Resilienza fino a 0°C J
Acciaio Corten	Corten A (Sicurvvia)	S355JOWP	UNI EN 10025-5	470-630	>16 >345 ≤16 >355	>22	>22	≥27

- *Caratteristiche chimiche*

			Acciai soggetti a saldatura (analisi sul prodotto finito)										
	Tipo	Sigla 10027-1	EN	C	Mn	Si	P	S	N	Cr	Ni	Mo	Cu
Acciaio Corten	Corten A (Sicruvia)	S355JOWP		≤0,15	≤1,1	≤0,80	0,050 – 0,160	≤0,04	≤0,010	0,25 – 1,35			0,20 – 0,60

I valori di resilienza, di deformazione e di durabilità richiesti, dovranno preventivamente essere oggetto di garanzia da parte del produttore (dichiarazione originale).

#### Tolleranze dimensionali

Nella costruzione dei profilati d'acciaio formati a freddo si dovranno rispettare le prescrizioni e le tolleranze previste dalle norme UNI 7344. Per le tolleranze di spessore, si riterranno validi i valori riportati di seguito:

- Lamiere o nastri fino a 3,50 mm - Tolleranza di spessore ammessa  $\pm 0,05$  mm;
- Lamiere o nastri da 3,50 mm a 7,00 mm - Tolleranza di spessore ammessa  $\pm 0,10$  mm;
- Lamiere o nastri oltre 7,50 mm - Tolleranza di spessore ammessa  $\pm 0,15$  mm.

### Unioni bullonate

La bulloneria impiegata dovrà essere della classe 8.8 UNI EN 20898.

### 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. 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.

### 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 UNI EN ISO 1461.

Le quantità minime di rivestimento di zinco per unità di superficie sono riportate nel prospetto D.1 della suddetta Norma.

Lo zinco impiegato per i rivestimenti dovrà essere di qualità Zn 99,95.

### 2.19.1.3 Modalità d'esecuzione

#### 2.19.1.3.1 Barriere infisse a bordo laterale

La barriera sarà posizionata sul margine esterno in modo che il filo dell'onda superiore del nastro cada in corrispondenza del ciglio della piattaforma stradale, come definito dal DM 05.11.2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", 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 10 kg<sup>m</sup> da verificare con chiave dinamometrica su un proporzionato numero di bulloni.

Sul bordo superiore dei nastri saranno applicati dei delineatori con elementi rifrangenti segnalimite, i quali dovranno essere preventivamente omologati secondo le norme vigenti ed accettati dalla Direzione Lavori.

Saranno costituiti da un supporto in lamiera e da catadiottri in metacrilato di colore arancione, composti da un catadiottero, quelli da porre in destra al senso di marcia, da due catadiottri sovrapposti quelli da porre in sinistra.

I suddetti saranno applicati alle barriere mediante sistemi a morsetto senza interessare la bulloneria delle stesse.

Per la viabilità ordinaria saranno invece utilizzati quelli di tipo bifacciale bianco/rosso con caratteristiche simili ai precedenti.

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.

Le cavità eventualmente formati alla base dei sostegni dopo l'infissione, a seconda della natura della sede, dovranno essere intasate con materiale inerte costipato o chiuse con malte di cemento. In caso di carenza di vincolo od altre particolari situazioni, la Direzione Lavori potrà richiedere l'adozione d'adeguate opere di rinforzo.

Lungo il tracciato della barriera possono esistere cavi elettrici, telefonici e altri, per cui l'Appaltatore è tenuto alla verifica degli elaborati progettuali specifici, in accordo con la Direzione Lavori, per 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 Committente sollevata da ogni responsabilità ed onere conseguente.

Sono a carico dell'Appaltatore le eventuali riprese d'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. Dovrà inoltre essere resa una dichiarazione di conformità d'installazione da parte dell'Appaltatore, controfirmata dal Direttore Tecnico dell'eventuale Appaltatore Installatrice che garantirà la rispondenza dell'eseguito alle prescrizioni tecniche descritte nel "Certificato d'omologazione". Questa dichiarazione dovrà essere associata alle altre attestazioni previste dalla normativa vigente in termini di controllo qualità ed altro.

Nel caso di sostituzione di barriera esistente, l'eventuale smontaggio dovrà essere effettuato con cura senza causare rotture o danni. Eventuali danni o perdite saranno imputati all'Appaltatore.

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.

Il materiale metallico rimosso rimane di proprietà dell'Ente gestore della strada su cui si opera e dovrà essere trasportato ed accatastato presso i depositi o portato a discarica, secondo quanto indicato dalla Direzione Lavori, sempre a cura e spese dell'Appaltatore.

Alla rimozione dovrà seguire prontamente il montaggio delle nuove barriere in modo da non lasciare tratti d'autostrada senza protezione.

#### *2.19.1.3.2 Barriere per opere d'arte*

La posa in opera delle barriere sulle opere d'arte sarà effettuata mediante montanti con piastra, fissati con tasselli o per mezzo di tirafondi nel cordolo di calcestruzzo.

La barriera sarà posizionata sul cordolo in calcestruzzo in modo che il filo dell'onda superiore del nastro cada a filo cordolo, in corrispondenza del ciglio della piattaforma stradale. In caso di presenza di traffico l'Appaltatore dovrà adottare tutti i sistemi e le precauzioni per evitare sia interruzioni nel transito dei veicoli che la caduta d'oggetti e materiali.

Nel caso di sostituzione di barriera esistente, ai lavori di smontaggio dovranno seguire, nel tempo strettamente necessario, i lavori d'installazione in modo da non lasciare parti di parapetto prive di protezione.

Il materiale metallico rimosso dovrà essere trasportato ed accatastato presso i depositi o portati a discarica, secondo quanto indicato dall'Ente gestore della strada, sempre a cura e spese dell'Appaltatore.

### 3. OPERE A VERDE

Il presente capitolo regola l'esecuzione delle opere a verde da realizzarsi nelle rotatorie e nelle aree a verde previste in progetto.

#### 3.1. CARATTERISTICHE DEI VARI MATERIALI

##### Terreno vegetale

Il terreno da fornire per il ricarico per il riempimento dell'aiuola centrale delle rotatorie dovrà essere a reazione neutra e quindi possedere un pH dell'estratto acquoso compreso fra 6,8 e 7,2.

Solo per questo parametro possono valere delle specificazioni diverse in ordine a particolari esigenze di pH per alcune specie vegetali.

Le caratteristiche tessiturali dovranno essere quelle di un terreno di "medio impasto" o "franco" o "terra a tessitura equilibrata" che si compone, in via indicativa, di:

<b>1</b>	Diametro	(%)
<i>sabbia</i>	2 - 0,02 mm	35 55
<i>limo</i>	0,02 - 0,002 mm	25 45
<i>argilla</i>	< 0,002 mm	10 25

e di una frazione trascurabile d'elementi con diametro compreso fra i 2 e i 20 mm (scheletro). I parametri chimici che devono essere sempre analizzati dovranno invece possedere i "valori normali" che vengono di seguito indicati.

I "valori normali" della sostanza organica, del fosforo e del potassio definiscono le "sufficienze" per le colture arboree, ma possono anche variare per delle specifiche esigenze. Il calcare va considerato sia nel totale che come calcare attivo (in soluzione) in quanto influisce negativamente sull'assorbimento del ferro e dei fertilizzanti fosfatici (per retrogradazione).

Si precisa inoltre che nel terreno vegetale non è ammessa la presenza di radici, d'altre parti legnose o di qualunque altro materiale o sostanza fitotossica.

	<b>Valori "normali"</b>
reazione	pH = 6,8 - 7,3
calcare totale	-
calcare attivo (%)	-
sostanza organica	2 %
azoto totale	N = 1,5 - 2 %
fosforo assimilabile	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 50 - 80 ppm *
potassio scambiabile	K <sub>2</sub> O = 100 - 200 ppm *
magnesio scambiabile	50 - 100 ppm
ferro assimilabile	2,5 ppm
manganese assimilabile	1,0 ppm
zinco assimilabile	0,5 ppm
rame assimilabile	0,2 ppm

\* Il fosforo e il potassio alcuni laboratori esprimono i risultati in termini di P e K. Tali risultati possono essere trasformati nei corrispondenti P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O moltiplicandoli rispettivamente per 2,3 e 1,2

## **Concimi minerali ed organici**

I concimi sono utilizzati:

- per costruire nel terreno da fornire o sul quale si vuole effettuare un impianto, un'adeguata ed omogenea dotazione d'elementi nutritivi dimostratisi carenti alle analisi di Laboratorio; nel tal caso si parlerà di concimazione di fondo;
- per mantenere la funzione nutritiva del terreno proporzionalmente alle asportazioni, nel qual caso si parla di concimazione di copertura.

Gli elementi che risultano indispensabili sono N, P, K, Ca, MG, S: questi sono denominati macroelementi perché assorbiti in gran quantità.

Gli elementi richiesti in quantità minima sono invece chiamati microelementi e sono: Mn, B, Zn, Mo, Fe. I concimi sono classificati in base a:

- lo stato fisico: si hanno concimi polverulenti, granulari e liquidi;
- il titolo: indica la percentuale in peso di sostanza attiva rispetto al prodotto commerciale;
- la reazione chimica e fisiologica: ci sono concimi acidi (es. perfosfato), alcalini (es. calciocianammide, scorie Thomas), o neutri che possono comportarsi come fisiologicamente acidi (es. solfato ammonico, cloruro di potassio) o fisiologicamente alcalini (es. nitrato di calcio o di sodio);
- il numero degli elementi apportati: quelli "semplici" portano al terreno un solo elemento (azotati, fosfatici e potassici); quelli "complessi" due o tre elementi (binari o ternari) in forma di granuli;
- la rapidità d'azione: possono essere differenziati in concimi a pronto effetto (es. nitrati) e a lento effetto (es. perfosfato, scorie Thomas). Ultimamente sono andati diffondendosi i concimi "azotati a lenta cessione" o "ritardati".

Questi concimi fissano l'azoto in modo graduale grazie a particolari accorgimenti presi in fase produttiva quali:

- impiego di sostanze a bassa solubilità;
- rivestimento dei granuli con materiali poco permeabili;
- incorporamento di paraffine, gelatine, argille, ecc.;
- aggiunta d'inibitori della microflora (es. ureasi).

I concimi da usare dovranno essere di marca nota sul mercato nazionale, avere titolo dichiarato e in caso di concimi complessi avere un rapporto, azoto - fosforo - potassio, precisato. Dovranno inoltre essere consegnati negli involucri originali di fabbrica.

I fertilizzanti organici (letame, residui organici vari, ecc.) dovranno essere forniti o raccolti solo presso fornitori o luoghi approvati dalla Direzione Lavori che si riserva comunque la facoltà di richiedere le opportune analisi, prima e durante la posa in opera.

Anche nel caso di fornitura di concimi organici industriali, questi dovranno essere consegnati negli involucri originali di fabbrica.

La scelta e le condizioni d'impiego dei prodotti deve comunque essere approvata dalla Direzione Lavori.

## **Prodotti fitosanitari**

La scelta e le condizioni d'impiego dei prodotti fitosanitari sono subordinate alle disposizioni legislative vigenti in materia e all'approvazione della Direzione Lavori.

Tutti i prodotti dovranno comunque essere consegnati negli involucri originali di fabbrica.

Nel comparto della lotta antiparassitaria, a fronte dei problemi ambientali connessi ad un largo uso, o abuso, di prodotti antiparassitari, sono da preferirsi quei metodi d'intervento che sono denominati "lotta guidata" o "vigilata".

## **Sementi**

Devono essere conformi al genere e specie richiesti nei documenti d'appalto.

Devono essere fornite nelle confezioni originali, sigillate e munite di certificato d'identità ed autenticità con l'indicazione del grado di purezza, di germinabilità e della data di scadenza stabilita dalle leggi vigenti. La mescolanza delle sementi di specie diverse da quelle indicate nei documenti d'appalto, qualora non disponibili in commercio, dovrà essere effettuata alla presenza della Direzione Lavori.

## **Pacciamatura**

È la tecnica agronomica che consiste nel ricoprire la superficie del suolo con materiali di varia natura, in modo da impedire o limitare lo sviluppo della vegetazione infestante e ottenere altri vantaggi.

I materiali utilizzabili per mettere in atto questa tecnica possono essere:

- incoerenti degradabili: corteccia di piante arboree resinose uniformemente sfibrata e sminuzzata in spezzoni di dimensioni comprese fra 30x10 mm e 70x30 mm, con un tasso d'umidità inferiore al 20%, libera da insetti e preventivamente trattata con prodotti antimicotici;
- incoerenti non degradabili: materiale lapideo tipo argilla espansa con granuli di dimensioni da 4 mm a 10 mm, inerte sia chimicamente che fisicamente, in grado di creare un campo isolante che mantenga stabile la temperatura e il tenore d'umidità del terreno.

La Direzione Lavori, su richiesta dell'Impresa, potrà autorizzare l'impiego di pacciame approvvigionato sfuso su autocarri a condizione che i campioni prelevati e sottoposti ad analisi di laboratorio risultino idonei all'impiego specifico.

## **Torba**

Questo materiale, sia di provenienza estera che nazionale, dovrà avere reazione acida con pH non inferiore a 3,5. Deve inoltre presentarsi non eccessivamente umidificata, libera da erbe infestanti, formata in prevalenza da Sphagnum ed Eriophorum ed essere confezionata in balle compresse e sigillate.

## **Acqua**

L'acqua per l'irrigazione emergenziale d'impianto e per tutti gli altri usi manutentori deve essere assolutamente esente da fattori inquinanti che possono derivare da attività industriali e/o da scarichi urbani o essere costituiti da acque salmastre che per la presenza di sali in concentrazione eccessiva (salinità), o per loro natura (alcalinità), possono provocare danni alla vegetazione.

## **Impianto di irrigazione**

L'impianto di irrigazione è previsto a solo servizio dei nuovi impianti (microirrigazione). Tale impianto è alimentato da acquedotto comunale attraverso connessione a specifico contatore idrico. I materiali impiegati per la realizzazione dell'impianto dovranno essere certificati e conformi a quanto indicato nel progetto.

Tutte le aiuole verranno collegate da un doppio attraversamento con corrugato da 90 mm per consentire il passaggio delle tubazioni idriche di distribuzione dell'acqua irrigua.

## **3.2. ESECUZIONE DEI LAVORI**

Tutti i lavori dovranno essere eseguiti a perfetta regola d'arte secondo il miglior magistero.

Tutte le opere non eseguite a perfetta regola d'arte secondo le prescrizioni impartite, dovranno essere demolite e ricostruite a cura e spese dell'Impresa.

Di qualsiasi operazione si tratti, ogni residuo prodotto deve essere debitamente smaltito all'esterno delle pertinenze autostradali in aree autorizzate, fatte salve le vigenti Norme di Legge, a meno di diverse disposizioni



contrattuali o di un diverso impiego in loco dei soli residui vegetali (interramento, pacciamatura), privo di controindicazioni e comunque autorizzato dalla Direzione Lavori.

È fatto assoluto divieto di bruciare i residui delle lavorazioni in conformità alle Leggi e ai Regolamenti vigenti in materia.

In ogni caso al termine di qualsiasi operazione il piano viabile e la segnaletica orizzontale devono risultare ripuliti da ogni residuo vegetale o di terra. Nell'esecuzione dei lavori l'Impresa dovrà:

- rispettare tutti i picchetti posti in opera, compresi quelli che sono serviti da capisaldi nella costruzione del corpo stradale; curarne la conservazione ricollocando quelli che eventualmente possano essere manomessi durante il corso dei lavori previsti;
- provvedere ad eseguire tutti gli interventi necessari per il regolare smaltimento delle acque di pioggia e/o d'irrigazione onde evitare erosioni superficiali e/o ristagni che possano danneggiare gli impianti. All'atto della consegna dei lavori ed in conformità a quanto previsto dai documenti d'appalto sarà effettuata la delimitazione delle aree da sistemare a verde.

### **Preparazione delle zone d'impianto**

Prima di effettuare gli impianti l'Impresa è tenuta ad eseguire le operazioni preliminari di seguito specificate. Solo per gli impianti di tappeti erbosi e semine di prati le operazioni necessarie alla preparazione delle zone d'impianto appresso indicate, sono comunque a carico dell'Impresa.

### **Pulizia generale del terreno**

Qualora nell'area oggetto dell'intervento sia presente della vegetazione indesiderata e/o materiali di risulta (laterizi, pietre, calcinacci, materiali estranei, ecc.) l'Impresa provvederà ad eliminare completamente tali elementi di disturbo alle operazioni d'impianto.

In particolare gli interventi sulla vegetazione indesiderata, sia essa arborea od arbustiva, saranno eseguiti nel rispetto delle "prescrizioni di massima e di Polizia Forestale territorialmente competente". Per il taglio delle sole piante arboree latifoglie, è richiesto anche la rimozione della ceppaia. Questa avverrà con impiego di trivella tritratrice avente diametro minimo di 0,50 m, per una profondità di 0,70 m, allo scopo di evitare l'assoluto ricaccio di polloni; l'Impresa dovrà provvedere, successivamente, al ripristino del profilo naturale del terreno.

Nel corso della pulizia generale del sito d'impianto, ove i documenti contrattuali lo prevedano, l'Impresa dovrà provvedere a recuperare e/o conservare, anche con interventi di dendrochirurgia, eventuali piante di particolare valore estetico esistenti nell'area da sistemare.

Contemporaneamente allo sgombero del materiale legnoso di risulta, si dovrà effettuare anche lo sgombero delle ramaglie, delle frasche e del materiale estraneo presente.

L'Impresa, per il trasporto e il successivo conferimento a discarica dovrà attenersi a quanto disposto dalle norme vigenti in materia di Smaltimento dei Rifiuti.

### **Abbattimenti di alberi e arbusti**

Gli abbattimenti dovranno essere eseguiti in modo che la caduta della pianta o parti di essa non provochi danni a cose e persone, o alla vegetazione da salvaguardare.

In seguito all'abbattimento di alberi o arbusti si dovrà provvedere alla trivellazione delle ceppie con idonea macchina operatrice e se possibile lo sradicamento delle principali radici di ancoraggio con l'uso di escavatore. La Direzione Lavori, a sua discrezione, potrà richiedere che le ceppaie siano lasciate, in questo caso il fusto dovrà essere tagliato a livello del terreno. Al termine delle operazioni, se necessario, dovrà essere ripristinata la morfologia del sito anche con riporti di terreno vegetale livellato e compattato, inoltre dovranno essere allontanati tutti i residui della vegetazione, compreso gli inerti affiorati durante gli scavi, e smaltiti secondo la normativa vigente.

### **Lavorazione del terreno**

Qualora le condizioni dell'area e/o la valenza ed il tipo d'impianto lo richiedano, il progetto prevederà interventi di preparazione agraria del terreno dove andrà eseguito l'impianto.

Si dovrà provvedere a lavorare il terreno fino ad una profondità massima di 30-40 cm.

La lavorazione dovrà di norma essere eseguita con mezzi meccanici e potrà essere una semplice fresatura o un intervento d'areazione o decompattamento con "ripper".

Nel corso di quest'operazione l'Impresa dovrà rimuovere gli eventuali ostacoli sotterranei (sassi, pietre, radici, ecc.) che potrebbero impedire la corretta esecuzione dei lavori, provvedendo anche ad accantonare e conservare, su ordine della Direzione Lavori, eventuali preesistenze naturali con particolare valore estetico (rocce, massi, ecc.) e tutti gli altri materiali che possano essere utilizzati nella sistemazione. L'esecuzione delle lavorazioni avverrà in periodo d'andamento climatico favorevole, in funzione anche della natura del terreno il quale si deve trovare in tempera (40-50% della capacità totale per l'acqua).

### **Correzione, Ammendamento, Concimazione di fondo e impiego di Fitofarmaci**

In occasione della lavorazione l'Impresa dovrà incorporare nel terreno, a mezzo d'interventi leggeri (30-40 cm di profondità), le sostanze (correttivi, ammendanti, concimi per concimazioni di fondo, fitofarmaci) necessarie.

Le sostanze usate dovranno essere trasportate in cantiere nella confezione originale della fabbrica e risultare comunque a titolo o principio attivo ben definito e in caso di concimi complessi, avere il rapporto azoto-fosforo-potassio chiaramente indicato.

Prima dell'esecuzione degli interventi l'Impresa è tenuta a darne tempestivo avviso alla Direzione dei Lavori affinché questa possa disporre per eventuali controlli in merito ai prodotti e alle modalità di lavoro.

### **Tracciamenti**

Dopo aver eseguito le operazioni di preparazione e comunque prima della messa a dimora delle piante, l'Impresa sulla scorta dei disegni di progetto, predisporrà, a sua cura e spese, la picchettatura delle aree d'impianto segnando con picchetti la posizione nella quale dovranno essere eseguite le piantagioni singole quali alberi, arbusti ed altre piante e tracciando sul terreno il perimetro delle piantagioni omogenee (tappezzanti, siepi, macchie d'arbusti rimboschimenti, ecc.).

Prima di procedere alle operazioni di piantagione, dovrà comunque ottenere il benestare della Direzione dei Lavori.

### **Semine di prati**

La realizzazione del manto erboso potrà essere eseguita con metodo secco (semina manuale o meccanica) o con metodo umido (idrosemia con attrezzature a pressione).

### **Metodo secco**

L'Impresa è tenuta a provvedere alla preparazione del terreno su cui sarà eseguita la semina; questo dovrà risultare debitamente liberato da qualsiasi materiale di rifiuto (pietrame, cocci, radici, ecc.) e finemente sminuzzato.

Contemporaneamente a tali lavorazioni l'Impresa dovrà somministrare almeno 5 q/ha di concime binario (P - K) a titolo 18-20 e procedere alla semina del miscuglio, opportunamente mescolato, nel quantitativo e nelle specie previste dai documenti contrattuali. Successivamente il terreno dovrà essere sottoposto a leggera rastrellatura manuale o meccanica per favorire l'interramento del concime e del miscuglio, seguita da un'opportuna rullatura per la perfetta adesione dei materiali con il terreno.

Su pendii leggeri o superfici pianeggianti si può ricorrere alla semina meccanizzata. A germinazione avvenuta, l'Impresa è tenuta a somministrare almeno 2 q/ha di concime azotato con titolo 15/16. L'Impresa è tenuta a dare tempestivo avviso alla Direzione dei Lavori, affinché questa possa effettuare l'eventuale prelievo di

campioni e possa verificare la qualità e la quantità prescritta, restando comunque a suo carico le eventuali operazioni di risemina, nel caso che la germinazione non avvenisse in modo regolare ed uniforme.

### **Metodo umido o idrosemina**

in tutte le situazioni che per giacitura, per le insufficienti caratteristiche fisicochimiche dei terreni e per la scarsa accessibilità, nelle quali è difficoltoso o sconsigliabile l'impiego del metodo secco, i documenti contrattuali prescriveranno l'idrosemina.

L'Impresa procederà al rivestimento di tali superfici mediante lo spargimento meccanico a mezzo d'idroseminatrice a pressione, in grado di effettuare l'irrorazione a distanza, con diametro degli ugelli tale da non lesionare i semi e consentire lo spargimento omogeneo dei materiali. Con l'idrosemina s'irriga una miscela in soluzione acquosa costituita da:

- acqua in quantità idonea alle diluizioni richieste;
- miscela di sementi nel quantitativo e specie previsti nel progetto;
- collante in quantità idonea al fissaggio dei semi e alla creazione di una pellicola antierosiva sulla superficie del terreno, senza inibire la crescita e favorendo il trattenimento dell'acqua nel terreno nelle fasi iniziali di sviluppo;
- concime organico e/o inorganico nella quantità e qualità prevista nei documenti contrattuali;
- altri ammendanti e inoculi nella quantità e qualità prevista nei documenti contrattuali.

La miscelazione dei componenti dovrà avvenire in loco, onde evitare fenomeni di stratificazione gravitativa dei semi all'interno della cisterna, alla presenza della Direzione Lavori. Anche per questo metodo, l'Impresa è tenuta a dare tempestivo avviso alla Direzione dei Lavori, affinché questa possa effettuare il prelevamento di campioni e possa verificarne la qualità e la quantità prescritta, restando in ogni modo a suo carico le eventuali operazioni di risemina, nel caso che la germinazione non avvenisse in modo regolare ed uniforme.