






PROVINCIA DI PIACENZA  
**COMUNE DI ALSENO**

LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA DI PEDONI E CICLISTI LUNGO LE STRADE PROVINCIALI S.P. N°54 DI CHIARAVALLE E S.P. N°31 SALSEDIANA MEDIANTE LA REALIZZAZIONE DI PERCORSI PEDOCICLABILI NEI CENTRI ABITATI DELLE FRAZIONI DI CASTELNUOVO FOGLIANI E CHIARAVALLE DELLA COLOMBA.  
FINANZIATO IN PARTE DALL'UNIONE EUROPEA "NEXT GENERATION EU, M2: RIVOLUZIONE VERDE E TRANSIZIONE ECOLOGICA, C4: TUTELA DEL TERRITORIO E DELLA RISORSA IDRICA, I2.2.: INTERVENTI PER LA RESILIENZA, LA VALORIZZAZIONE DEL TERRITORIO E L'EFFICIENZA ENERGETICA"  
CUP E91B18000160006

**PROGETTO ESECUTIVO**

 ingegneria civile		G.T. ENGINEERING S.r.l. Via A.Ponchielli, 2 - 43011 Busseto (PR) TEL. +39 0524 930103 E-Mail: gte@gteng.it - PEC: gte@pec.gteng.it www.gteng.it		IL PROGETTISTA	
LAVORO PERCORSO CICLOPEDONALE A CASTELNUOVO FOGLIANI E CHIARAVALLE DELLA COLOMBA		 <b>Finanziato dall'Unione europea</b> NextGenerationEU			
TAVOLA CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO NORME TECNICHE		SCALA -		TAVOLA N. <b>A.11</b>	
COMMESSA N. 2113ALS	FILE	LAYOUT	SISTEMA QUALITA' AZIENDALE CERTIFICATO UNI EN ISO 9001 DNV GL Business Assurance Certificato n° CERT-02421-97-AQ-BOL-SINCERT		
REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTROLLATO	
1	gennaio 2023	REVISIONE	GTE	TESTA	
0	ottobre 2021	EMISSIONE	GTE	TESTA	

## SOMMARIO

1	QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI.....	6
1.1	Condizioni generali d'accettazione - prove di controllo .....	6
1.2	Caratteristiche dei vari materiali .....	6
2	NORME PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI .....	8
2.1	SCAVI .....	8
2.1.1	Norme generali.....	8
2.1.2	Operazioni iniziali.....	9
2.1.3	Generalità .....	9
2.1.4	Scavi di sbancamento .....	11
2.1.5	Scavi a sezione obbligata .....	11
2.1.6	Demolizione di murature e fabbricati.....	11
2.1.7	Idrodemolizioni.....	12
2.1.8	Demolizione di pavimentazione totale o parziale di strati in conglomerato bituminoso realizzato con frese .....	12
2.1.9	Demolizione dell'intera sovrastruttura realizzata con sistemi tradizionali .....	13
2.2	RINTERRI, BONIFICA E COMPATTAZIONE DEL PIANO DI POSA .....	13
2.2.1	Bonifica e compattazione del piano di posa.....	13
2.2.2	Rinterri .....	13
2.2.3	Sistemazione superficiale .....	14
2.3	RILEVATI.....	14
2.3.1	Generalità .....	18
2.3.2	Classificazione dei materiali.....	18
2.3.3	Classificazione dei prodotti.....	19
2.3.4	Classificazione dei componenti ausiliari .....	19
2.3.5	Tracciamenti .....	19
2.3.6	Riutilizzo dei terreni derivanti da scavi.....	19
2.3.7	Cave di prestito.....	20
2.3.8	Utilizzo di aggregati derivanti dal riciclo.....	20
2.3.9	Discariche e luoghi di deposito.....	20
2.3.10	Accumulo degli aggregati in cantiere .....	21
2.3.11	Formazione dei rilevati .....	21
2.3.12	Posa in opera dei geotessili .....	22
2.3.13	Riempimenti e ripristini degli scavi.....	23

---

2.3.14	Sottofondi .....	23
2.4	RILEVATI IN TERRE RINFORZATE.....	24
2.4.1	Terra rinforzata con elementi in rete metallica.....	24
2.5	STRATI DI FONDAZIONE.....	25
2.5.1	Strato di fondazione di pavimentazioni flessibili.....	25
2.5.2	Fondazioni di pavimentazioni semirigide in conglomerato bituminoso .....	26
2.6	PAVIMENTAZIONI IN CONGLOMERATI BITUMINOSI .....	27
2.6.1	Specifiche generali per il confezionamento di conglomerati bituminosi .....	27
2.6.2	Trasporto delle miscele .....	28
2.6.3	Strato di base .....	28
2.6.4	Strato di collegamento e strato di usura .....	32
2.6.5	Fresatura di strati in conglomerato bituminoso con idonee attrezzature .....	36
2.7	CONGLOMERATI CEMENTIZI .....	37
2.7.1	Cemento .....	37
2.7.2	Aggregati.....	37
2.7.3	Acqua di impasto .....	38
2.7.4	Additivi.....	38
2.7.5	Additivi fluidificanti, superfluidificanti e iperfluidificanti .....	38
2.7.6	Additivi aeranti .....	39
2.7.7	Trasporto .....	39
2.7.8	Posa in opera .....	39
2.8	CASSEFORME.....	41
2.8.1	Stagionatura e disarmo, prevenzione delle fessure da ritiro plastico.....	41
2.8.2	Disarmo e scasseratura.....	42
2.8.3	Protezione dopo la scasseratura .....	42
2.9	SISTEMI PROTETTIVI PER STRUTTURE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO .....	42
2.9.1	Protettivi filmogeni – Generalità .....	42
2.9.2	Requisiti e metodi di prova.....	42
2.9.3	Accettazione e specifiche prestazionali dei sistemi protettivi .....	43
2.9.4	Caratteristiche e prestazioni del sistema filmogeno per la protezione di opere d'arte.....	43
2.9.5	Caratteristiche e prestazioni del sistema filmogeno per la protezione di strutture a contatto con acqua.....	44
2.9.6	Preparazione del supporto e modalità di applicazione del sistema protettivo.....	44
2.9.7	Prove, controllo delle prestazioni e degli spessori, penali .....	45

2.9.8	Protettivi impregnanti .....	45
2.9.9	Caratteristiche dei prodotti costituenti il ciclo e norme per l'esecuzione dei lavori .....	45
2.9.10	Caratteristiche dei componenti fondamentali .....	45
2.9.11	Caratteristiche chimico fisiche del ciclo protettivo costituito da sostanze impregnanti ....	46
2.9.12	Protettivi strutturali .....	47
2.10	<b>IMPERMEABILIZZAZIONI</b> .....	47
2.10.1	Membrane prefabbricate a base bituminosa .....	47
2.10.2	Impermeabilizzazione di strutture interrata .....	48
2.10.3	Barriera antivapore.....	48
2.10.4	Geotessile .....	48
2.11	<b>ACCIAIO PER C.A.</b> .....	48
2.11.1	Acciaio in barre ad aderenza migliorata – B450 - controllato in stabilimento .....	48
2.11.2	Reti in barre di acciaio elettrosaldate.....	49
2.11.3	Posa in opera .....	49
2.12	<b>ACCIAIO PER CARPENTERIA</b> .....	49
2.12.1	Strutture in acciaio tipo Corten .....	50
2.12.2	Collaudo tecnologico dei materiali .....	51
2.12.3	Controlli in corso di lavorazione .....	51
2.12.4	Montaggio.....	53
2.13	<b>ZINCATURA A CALDO DEGLI ACCIAI</b> .....	54
2.13.1	Qualità degli acciai da zincare a caldo .....	54
2.13.2	Zincatura a caldo per immersione .....	54
2.14	<b>MICROPALI</b> .....	55
2.14.1	Definizioni .....	55
2.14.2	Caratteristiche dei materiali .....	56
2.14.3	Modalità esecutive .....	57
2.14.4	Tolleranze geometriche e tracciamento.....	59
2.14.5	Controlli di qualità e criteri di accettazione.....	59
2.15	<b>TUBAZIONI, POZZETTI, CANALETTE, CUNETTE E FOSSI DI GUARDIA, CORDONATE,</b>	
MANUFATTI	.....	60
2.15.1	Tubazioni interrata .....	60
2.15.2	Tubazioni in vista .....	61
2.15.3	Tubazioni di cemento (semplice ed armato) .....	61
2.15.4	Tubazioni di cloruro di polivinile (pvc).....	61

2.15.5	Tubazioni di polietilene.....	62
2.15.6	Pozzetti di ispezione per fognature .....	63
2.15.7	Caditoie stradali.....	63
2.15.8	Pozzetto prefabbricato di raccordo per fognature.....	64
2.15.9	Pozzetti per impianto di illuminazione pubblica .....	64
2.15.10	Pozzetti per reti tecnologiche.....	64
2.15.11	Chiusini (griglie e caditoie) per pozzetti di ogni tipo .....	65
2.15.12	Cavidotti per linee elettriche e telefoniche.....	65
2.15.13	Elementi per canalette, cunette e fossi di guardia.....	65
2.15.14	Embrici.....	65
2.15.15	Cordonate .....	66
2.15.16	Elementi scatolari .....	66
2.16	OPERE IN VERDE .....	66
2.16.1	Caratteristiche dei vari materiali .....	66
2.16.2	Esecuzione dei lavori .....	72
2.17	BARRIERE DI SICUREZZA.....	76
2.18	SEGNALETICA VERTICALE E ORIZZONTALE.....	76
2.18.1	Normative di riferimento.....	76
2.18.2	Segnaletica verticale.....	77
2.18.3	Segnaletica orizzontale.....	79
2.19	IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA .....	81
3	NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI .....	82
3.1	CRITERI DI MISURA.....	82
3.1.1	Movimenti terra e pavimentazione.....	82
3.1.2	Conglomerati cementizi.....	84
3.1.3	Casseforme .....	85
3.1.4	Acciaio per c.a.....	85

# 1 QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI

## 1.1 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 articolo; 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.

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; la Direzione Lavori potrà, a suo giudizio, autorizzare l'esecuzione delle prove presso altri laboratori di sua fiducia.

In ogni caso la definitiva accettazione dei materiali e la loro corretta posa in opera verrà confermata con il rilascio, con esito positivo, del Certificato di collaudo tecnico – amministrativo emesso dal Collaudatore in corso d'opera nominato dalla Committente.


## 1.2 Caratteristiche dei vari materiali

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

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

È fatto obbligo all'Appaltatore di fornire ed installare unicamente prodotti con marchiatura CE (Conformité Européenne) in tutti i casi in cui sia vigente, alla data di fornitura ed installazione del prodotto, una qualunque disposizione che preveda questa marchiatura, indipendentemente dal fatto che essa sia esplicitamente richiamata o meno nelle presenti norme tecniche.

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

	<p>N. ELABORATO</p> <p>A.11</p>	<p>REV.</p> <p>1</p>	<p>FOGLIO</p> <p>7 di 85</p>
---	---------------------------------	----------------------	------------------------------

Nell'ambito di tale direttiva, il CEN ha elaborato norme delle quali attualmente son in vigore le seguenti:

- UNI EN 12620:2008                      Aggregati per il calcestruzzo
- EC-1 2006 UNI EN 13043:2004        Aggregati per miscele bituminose
- UNI EN 1305:\_2016                    Aggregati leggeri
- EC-1 2006 UNI EN 13139:2003        Aggregati per malta
- UNI EN 13242:2008                    Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in operedi ingegneria civile
- EC 1-2006 UNI EN 13383-1:2003      Aggregati per opere di protezione – specifiche
- UNI EN 13383-2:2019                 Aggregati per opere di protezione – metodi di prova
- EC-1 2006 UNI EN 13450:2003        Aggregati per massicciate ferroviarie

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.

Tutte le caratteristiche dei materiali strutturali dovranno riferirsi costantemente ai contenuti delle NTC 17 Gennaio 2018 ed alle norme che vengono richiamate dallo stesso D.M. tra cui in particolare le UNI EN in vigore.

## 2 NORME PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

Qualora taluna delle seguenti disposizioni fosse 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.

E' fatto obbligo all'Appaltatore di fornire ed installare unicamente prodotti con marchiatura CE (Conformité Européenne) in tutti i casi in cui sia vigente, alla data di fornitura ed installazione del prodotto, unaqualunque disposizione che preveda questa marchiatura, indipendentemente dal fatto che essa sia esplicitamente richiamata o meno nelle presenti norme tecniche.

In via preliminare e entro 15 gg. dalla data di consegna delle aree di Cantiere l'Appaltatore dovrà provvedere a formalizzare un Piano articolato di intervento con evidenziati i flussi di traffico provvisori e alternativi tenendo conto che tutte le opere dovranno essere realizzate in presenza di traffico.

Detto piano di intervento dovrà prevedere la segnaletica provvisoria nel rispetto delle norme fissate dal Codice della strada, indicare tutte le opere provvisorie necessarie e quanto altro richiesto per consentire l'operatività in piena sicurezza per gli addetti ai lavori e agli utenti della strada.

Il Piano di intervento sarà sottoposto, per l'approvazione, alla Committente, al Coordinatore della sicurezza in fase di esecuzione e alla Direzione dei Lavori.

Nel contempo, l'Appaltatore a propria cura e spesa, dovrà individuare tutti i servizi e i sottoservizi che interferiscono con le opere da realizzare e attivarsi con le Amministrazioni/Enti e/o Società di gestione per procedere al loro spostamento, interruzione, ecc.

### 2.1 SCAVI

#### 2.1.1 *Norme generali*

Il presente capitolo contiene le prescrizioni esecutive di carattere generale valide per tutti i tipi di scavi. In particolare 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 :~~



	<p>N. ELABORATO</p> <p>A.11</p>	<p>REV.</p> <p>1</p>	<p>FOGLIO</p> <p>9 di 85</p>
--	---------------------------------	----------------------	------------------------------

- 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. .

### ***2.1.2 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 proprio 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.

Nel caso in cui l'Appaltatore ottenga l'autorizzazione dal Committente al loro impiego, sarà tenuto a osservare tutte le prescrizioni delle leggi e dei regolamenti locali e nazionali in vigore, ottenendo il rilascio, dalle autorità competenti in materia, dei permessi necessari.


In ogni caso l'Appaltatore sarà sempre l'unico responsabile dei danni causati dall'impiego di esplosivi.

L'autorizzazione all'impiego di esplosivi da parte del Committente sarà comunque vincolato al ricevimento, da parte dell'Appaltatore, di una polizza assicurativa a copertura di tutti i rischi derivanti da questa attività.

### ***2.1.3 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;

	<p>N. ELABORATO</p> <p>A.11</p>	<p>REV.</p> <p>1</p>	<p>FOGLIO</p> <p>10 di 85</p>
--	---------------------------------	----------------------	-------------------------------

- 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 "Non Rifiuto" 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 le competenti Autorità, 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 lo smaltimento finale;
- chiedere un'autorizzazione preventiva per il deposito temporaneo dei rifiuti agli Organi predisposti al controllo;
- stoccare in modo controllato nell'area dedicata ed autorizzata i rifiuti man mano che essi vengono prodotti, in attesa che gli stessi vengano inviati allo smaltimento finale presso discariche autorizzate.

Tale area deve essere diversa e separata fisicamente da quella eventualmente dedicata al deposito temporaneo dei materiali destinati a riutilizzo diretto. Le acque superficiali non dovranno interessare l'area e quindi dovranno essere idoneamente drenate.

nel caso di un "Non Rifiuto" si deve:


- trasportare il materiale nei siti autorizzati per il deposito definitivo
- ovvero 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 a smaltimento 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.

	<p>N. ELABORATO</p> <p>A.11</p>	<p>REV.</p> <p>1</p>	<p>FOGLIO</p> <p>11 di 85</p>
--	---------------------------------	----------------------	-------------------------------

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 diforza 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

#### **2.1.4 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 denudati. Le terre ad alto contenuto organico in eccesso rispetto alle esigenze di ricopertura o contaminate, debbono essere portate immediatamente a rifiuto a discarica autorizzata, 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, maggiorata delle "distanze operative" stabilite nel presente documento.

#### **2.1.5 Scavi a sezione obbligata**

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 difondazione 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.


#### **2.1.6 Demolizione di murature e fabbricati**

Le demolizioni di fabbricati e 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.

 <p><b>GTE</b> ingegneria civile</p>	<p>N. ELABORATO</p> <p>A.11</p>	<p>REV.</p> <p>1</p>	<p>FOGLIO</p> <p>12 di 85</p>
--	---------------------------------	----------------------	-------------------------------

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>0,8</sup> 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.

### ***2.1.7 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.

### ***2.1.8 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 questidovessero 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.

	<p>N. ELABORATO</p> <p>A.11</p>	<p>REV.</p> <p>1</p>	<p>FOGLIO</p> <p>13 di 85</p>
--	---------------------------------	----------------------	-------------------------------

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.

### **2.1.9 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.

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

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

## **2.2 RINTERRI, BONIFICA E COMPATTAZIONE DEL PIANO DI POSA**

### **2.2.1 Bonifica e compattazione del piano di posa**

La bonifica 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 gruppi (ex CNR-UNI 10006, ora UNI EN ISO 14688-1:2018):

- A1, A2-4, A2-5, 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;


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).

### **2.2.2 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.

	N. ELABORATO  A.11	REV.  1	FOGLIO  14 di 85
--	--------------------------	---------------	------------------------

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 suddetti.

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.

### ***2.2.3 Sistemazione superficiale***

La sistemazione delle aree superficiali dovrà essere effettuata con materiali selezionati appartenenti esclusivamente ai gruppi A1 ed A3 (ex CNR-UNI 10006, ora UNI EN ISO 14688-1:2018), 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.

## **2.3 RILEVATI**

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.

	<p>N. ELABORATO</p> <p>A.11</p>	<p>REV.</p> <p>1</p>	<p>FOGLIO</p> <p>15 di 85</p>
--	---------------------------------	----------------------	-------------------------------

### **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\_22 del 2020) 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 staccio2 UNI EN 933-2 del 2020) 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 staccio20 UNI EN 933-2 del 2020) 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 2020) 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 staccio2 UNI EN 933-2 del 2020) 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 2020) 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 del 2020) .


### **Argilla**

Frazione di terra avente dimensioni minori a 0,002 mm (passante cioè allo staccio 0,002 UNI EN 933-2 del 2020).

### **Aggregato**

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

### **Aggregato naturale**

	<p>N. ELABORATO</p> <p>A.11</p>	<p>REV.</p> <p>1</p>	<p>FOGLIO</p> <p>16 di 85</p>
--	---------------------------------	----------------------	-------------------------------

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), espressasottoforma 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 essiccamento fino al peso costante a 105-110 °C ed il peso della terra essiccata (definizione ex CNR UNI 10008, ora UNI EN ISO 17892-1:2015).

**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'energiadi costipamento assunta come riferimento.


**Consolidazione**

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

**Solido stradale**

\_\_\_\_\_ Figura geometrica delimitata dal piano campagna, dalla superficie del sottofondo e dalle scarpate del



	<p>N. ELABORATO</p> <p>A.11</p>	<p>REV.</p> <p>1</p>	<p>FOGLIO</p> <p>17 di 85</p>
--	---------------------------------	----------------------	-------------------------------

rilevato della trincea stradale.

### **Soprastruttura 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 rigidità 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**

	<p>N. ELABORATO</p> <p>A.11</p>	<p>REV.</p> <p>1</p>	<p>FOGLIO</p> <p>18 di 85</p>
--	---------------------------------	----------------------	-------------------------------

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 quasi solido a temperatura ambiente

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

Miscela di aggregato minerale e di un legante bituminoso

### **Filler**

Materiale polverulento passante allo staccio 0,063 mm UNI EN 933-2:2020, 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).

#### ***2.3.1 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.

#### ***2.3.2 Classificazione dei materiali***

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

	N. ELABORATO  A.11	REV.  1	FOGLIO  19 di 85
--	--------------------------	---------------	------------------------

Aggregati per materiali non legati	UNI EN 13242:2008
Aggregati per materiali legati con leganti idraulici	UNI EN 13242:2008
Miscele non legate	UNI EN 13285:2018

### ***2.3.3 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 12591:2009
Leganti idraulici per impieghi stradali	UNI EN 13282-1:2013
	UNI EN 13282-3:2015
Geotessuti	UNI EN 13249:2016
Masselli in calcestruzzo	EC 1-2008 UNI EN 1338:2004
	EC 2-2008 UNI EN 1338:2004

### ***2.3.4 Classificazione dei componenti ausiliari***

Segnaletica verticale permanente	UNI EN 12899-1:2008
Segnaletica orizzontale	UNI EN 1871:2021

### ***2.3.5 Tracciamenti***

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


### ***2.3.6 Riutilizzo dei terreni derivanti da scavi***

In relazione alle esigenze di carattere ambientale e tenuto conto delle possibilità offerte dalle tecniche di trattamento delle terre, sono da impiegare fino ad esaurimento, i materiali estratti da scavi di ogni genere, per la formazione dei rilevati o per altre sistemazioni territoriali connesse all'infrastruttura, purché essi risultino idonei all'impiego previsto, o siano resi tali.

I materiali provenienti dagli scavi non risultati idonei alla formazione dei rilevati, o alle altre categorie di lavoro previste, 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.

	N. ELABORATO	REV.	FOGLIO
	A.11	1	20 di 85

### **2.3.7 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.

### **2.3.8 Utilizzo di aggregati derivanti dal riciclo**

L'utilizzo di materiali inerti derivanti da demolizioni potrà avvenire solo in accordo con la Direzione lavori in accordo a quanto disposto dalle norme UNI EN 13285:2018 e UNI EN 13242:2008 per la realizzazione di fondazioni e sottofondi stradali.

I prospetti di riferimento relativamente a quanto indicato nella suddetta norma UNI EN 13285:2018, sono unicamente quelli indicati con le sigle A.1 e A.4, per aggregati derivanti dalla frantumazione di calcestruzzi ed 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 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%.

### **2.3.9 Discariche e luoghi di deposito**

Le materie provenienti dagli scavi e non utilizzate o non utilizzabili per la costruzione dei rilevati (terreno vegetale), per i riempimenti debbono essere portate a rifiuto nelle discariche 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 e degli Enti preposti alla tutela del territorio.

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

	N. ELABORATO	REV.	FOGLIO
	A.11	1	21 di 85

Contaminanti	Materiali coesivi (inclusa argilla)	<1
	Materiali organici	<0,1

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.

### ***2.3.10 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.

### ***2.3.11 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 o non idonee per la formazione dei rilevati o riempimento dei cavi, dovranno essere trasportate a discarica autorizzata o a rifiuto fuori della sede stradale, a debita distanza dai cigli, e sistemate convenientemente.

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 prelievo 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 Md 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. 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.

### ***2.3.12 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 10319:2015 > 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~~

	<p>N. ELABORATO</p> <p>A.11</p>	<p>REV.</p> <p>1</p>	<p>FOGLIO</p> <p>23 di 85</p>
--	---------------------------------	----------------------	-------------------------------

di almeno 30 cm.

### ***2.3.13 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.

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.

### ***2.3.14 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.



	<p>N. ELABORATO</p> <p>A.11</p>	<p>REV.</p> <p>1</p>	<p>FOGLIO</p> <p>24 di 85</p>
--	---------------------------------	----------------------	-------------------------------

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 fango (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 13285:2018) 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 13285:2018 e come specificato nella presente norma nel sottoparagrafo B.2.2.5..

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%.

## 2.4 RILEVATI IN TERRE RINFORZATE

### 2.4.1 *Terra rinforzata con elementi in rete metallica*

Nel progetto si prevede lavorazione che consiste in fornitura e posa di una struttura di sostegno tipo in terra rinforzata con paramento rinverdibile marcata **CE** in accordo con la ETA 16/0767 per gli specifici impieghi come "sistemi in rete metallica per il rinforzo del terreno per opere di sostegno". La struttura è costituita da elementi di armatura planari orizzontali, larghi 3.0 m, in rete metallica a doppia torsione, realizzati in accordo con le "Linee Guida per la certificazione di idoneità tecnica all'impiego e l'utilizzo di prodotti in rete metallica a doppia torsione" approvate dal Consiglio Superiore LL.PP. (n.69/2013), ed in accordo con la UNI EN 10223-3:2013.

La rete metallica a doppia torsione deve essere realizzata con maglia esagonale tipo 8x10 (UNI-EN 10223-3), tessuta con filo in acciaio trafilato, avente un diametro non inferiore a 2.20 mm, galvanizzato con lega eutettica di Zinco - Alluminio (5%), conforme all'EN 10244-2 (Classe A) con un quantitativo non inferiore a 230 g/mq. Oltre a tale trattamento il filo sarà ricoperto da un rivestimento di materiale polimerico che dovrà avere uno spessore nominale di 0.5 mm, portando il diametro esterno al valore nominale di almeno 3.20 mm. La resistenza a trazione nominale della rete dovrà essere non inferiore a 35 kN/m (test eseguiti in accordo alla UNI EN 10223-3:2013).

La rete una volta sottoposta al 50% del carico massimo a rottura nominale per trazione pari a 18,5 kN/m, non dovrà presentare rotture del rivestimento plastico del filo all'interno delle torsioni.


La capacità di carico massimo a punzonamento della rete dovrà essere non inferiore a 36 kN (test eseguiti in accordo alla UNI 11437 e ISO 17746).

La rete deve presentare una resistenza a corrosione in  $SO_2$  tale per cui dopo 28 cicli la percentuale di ruggine rossa non deve essere superiore al 5% (test eseguito in accordo alla EN ISO 6988)

La rete deve presentare una resistenza a corrosione in test in nebbia salina tale per cui dopo 6000h la percentuale di ruggine rossa non deve essere superiore al 5% (test eseguito in accordo alla EN ISO 9227)

- Resistenza all'abrasione del rivestimento polimerico superiore ai 100.000 cicli secondo test eseguito in accordo alla EN60229-2008.
- Resistenza a raggi U.V.: dopo esposizione di 2500 ore ai raggi QUV-A (ISO 4892-3 Mode 1) le prestazioni meccaniche del polimero di base non variano in misura maggiore al 25%
- Resistenza chimica: resistenza agli agenti chimici in concentrazioni che sono normalmente rappresentative dei terreni e dei corsi d'acqua di uso civile.



	<p>N. ELABORATO</p> <p>A.11</p>	<p>REV.</p> <p>1</p>	<p>FOGLIO</p> <p>25 di 85</p>
--	---------------------------------	----------------------	-------------------------------

- Resistenza chimica: resistenza agli agenti chimici in concentrazioni che sono normalmente rappresentative dei terreni e dei corsi d'acqua di uso civile.
- Il prodotto dovrà possedere una certificazione ambientale (EPD) emessa da ente terzo accreditato in accordo a ISO 14025 e EN 15804 presentando un coefficiente Global Warming Potential (GWP 100 anni) - coefficiente di emissione di kg CO<sub>2</sub> per kg di prodotto realizzato fco stabilimento di produzione, incluso dell'imballaggio, <1.5 kgCO<sub>2</sub>-Equiv. per kg di prodotto realizzato

Ogni singolo elemento è provvisto di barrette di rinforzo galvanizzate con lega eutettica di Zinco - Alluminio (5%), con un quantitativo non inferiore a 265 g/mq e plasticate, aventi diametro pari a 3.40/4.40 mm e inserite all'interno della doppia torsione delle maglie, in corrispondenza dello spigolo superiore e inferiore del paramento. Il paramento in vista sarà provvisto inoltre di un elemento di irrigidimento interno assemblato in fase di produzione in stabilimento, costituito da un pannello di rete elettrosaldata con diametro non inferiore a 6 mm e da un idoneo ritentore di fini. Il paramento sarà fissato con pendenza variabile, per mezzo di elementi a squadra realizzati in tondino metallico e preassemblati alla struttura.

Gli elementi di rinforzo contigui saranno posti in opera e legati tra loro con punti metallici meccanizzati galvanizzati con lega eutettica di Zinco - Alluminio (5%) classe A secondo la UNI EN 10244-2, con diametro 3.00 mm e carico di rottura minimo pari a 1720 MPa.

Prima della messa in opera e per ogni partita ricevuta in cantiere, l'Appaltatore dovrà consegnare alla D.L. la relativa Dichiarazione di Prestazione (DoP) rilasciata in originale, in cui specifica il nome del prodotto, la Ditta produttrice, le quantità fornite e la destinazione. La conformità dei prodotti dovrà essere certificata da un organismo notificato ai sensi della CPD 89/106 CEE o del CPR 305/2011, terzo ed indipendente, tramite certificato del controllo del processo di fabbrica CE.

Il Sistema Qualità della ditta produttrice dovrà essere inoltre certificato in accordo alla ISO 9001:2008 da un organismo terzo indipendente. Il Sistema di Gestione Ambientale della ditta produttrice dovrà essere inoltre certificato in accordo alla ISO 14001:2004 da un organismo terzo indipendente.

## 2.5 STRATI DI FONDAZIONE

### 2.5.1 *Strato di fondazione di pavimentazioni flessibili*

Lo strato sarà costituito da una miscela di materiali granulari (misto granulare) stabilizzati per granulometria con l'aggiunta o meno di legante naturale, il quale è costituito da terra passante al setaccio 0,50 UNI 933-2:2020.

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 13285:2018. L'aggregato potrà avere origine dal riciclaggio perfrantumazione in ottemperanza ai prospetti A.I e A.4 della stessa norma UNI EN 13285:2018.


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

	<p>N. ELABORATO</p> <p>A.11</p>	<p>REV.</p> <p>1</p>	<p>FOGLIO</p> <p>26 di 85</p>
--	---------------------------------	----------------------	-------------------------------

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.

### ***2.5.2 Fondazioni di pavimentazioni semirigide in conglomerato bituminoso***

La pavimentazione semirigida è caratterizzata da una fondazione in misto granulare non legato seguita da una base in misto cementato, posta sotto gli strati bitumati, che ha la funzione di aumentare la rigidità della pavimentazione riducendone la deformabilità. Si precisa che per quanto riguarda gli altri strati componenti la pavimentazione (strato di base, collegamento e usura) si rimanda a quanto disposto nel capitolo successivo.

Gli strati in misto cementato sono costituiti da un misto granulare di ghiaia (o pietrisco) e sabbia impastato con legante idraulico cementizio e acqua in impianto centralizzato a produzione continua con dosatori a peso o a volume. Gli strati in oggetto avranno lo spessore che sarà prescritto dal progettista.

Comunque si dovranno prevedere strati il cui spessore finito non risulti superiore a 20 cm o inferiore a 10 cm.

La miscela di aggregati per la realizzazione dell'impasto sarà designata come 0/40 e certificata in base alla norma UNI EN 13242: 2008.

Il legante idraulico potrà essere costituito da clinker di cemento Portland, pozzolanico derivante da ceneri d'altoforno, dovrà rispondere a quanto previsto dalle norme UNI EN 13282.

La miscela verrà confezionata in appositi impianti centralizzati con dosatori a peso o a volume. La dosatura dovrà essere effettuata sulla base di un minimo di tre assortimenti, il controllo della stessa dovrà essere eseguito almeno ogni 1500 m<sup>3</sup> di miscela.

La miscela verrà stesa sul piano finito dello strato precedente dopo che sia stata accertata dalla Direzione dei Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma e compattezza prescritti.

La stesa verrà eseguita impiegando finitrici vibranti. Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli lisci vibranti o rulli gommati (oppure rulli misti vibranti e gommati) tutti semoventi.

L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno, per ogni cantiere, determinate dalla D.L. su una stesa sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere (Prova di costipamento).

La stesa della miscela non dovrà di norma essere eseguita con temperature ambientali inferiori a 0°C e superiori a 25°C né sotto pioggia. Potrà tuttavia essere consentita la stesa a temperature comprese tra i 25°C e i 30°C. In questo caso, però, sarà necessario proteggere da evaporazione la miscela durante il trasporto dall'impianto di miscelazione al luogo di impiego (ad esempio con teloni); sarà inoltre necessario provvedere ad abbondante bagnatura del piano di posa del misto cementato.

Infine le operazioni di costipamento e di stesa dello strato di protezione con emulsione bituminosa dovranno essere eseguite immediatamente dopo la stesa della miscela.

Le condizioni ideali di lavoro si hanno con temperature di 15°C t 18°C ed umidità relative del 50% circa; temperature superiori saranno ancora accettabili con umidità relative anch'esse crescenti; comunque è opportuno, anche per temperature inferiori alla media, che l'umidità relativa all'ambiente non scenda al di sotto dei 15%, in quanto ciò potrebbe provocare ugualmente una eccessiva evaporazione del getto.

Il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce affiancate non dovrà superare di norma un'ora per garantire la continuità della struttura.

Particolari accorgimenti dovranno adottarsi nella formazione dei giunti longitudinali di ripresa, che andranno protetti con fogli di polistirolo espanso (o materiale similare) conservati umidi.

Il giunto di ripresa sarà ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una tavola, e togliendo la tavola stessa al momento della ripresa del getto; se non si fa uso della tavola, sarà necessario, prima della ripresa del getto, provvedere a tagliare l'ultima parte del getto precedente, in modo che si ottenga una parete verticale per tutto lo spessore dello strato. Non saranno eseguiti altri giunti all'infuori di quelli di ripresa. Il transito di cantiere sarà ammesso sullo strato a partire dal terzo giorno dopo quello in cui è stata effettuata la stesa e limitatamente ai mezzi gommati.

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

Subito dopo il completamento delle opere di costipamento e di rifinitura, dovrà essere eseguito lo stendimento di un velo protettivo di emulsione bituminosa al 55% in ragione di I-j-2 kg/m<sup>2</sup>, in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui potrà venire sottoposto ed il successivo spargimento di sabbia.

## 2.6 PAVIMENTAZIONI IN CONGLOMERATI BITUMINOSI

### 2.6.1 *Specifiche generali per il confezionamento di conglomerati bituminosi*

Il conglomerato sarà confezionato con 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 delle 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 (non superiore a 190°C) 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 sarà 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 temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione dovrà essere compresa tra 160°C e 180°C, e quella del legante non superiore ai 190°C in rapporto al tipo di bitume impiegato. Per la verifica delle

 <p><b>GTE</b> ingegneria civile</p>	<p>N. ELABORATO</p> <p>A.11</p>	<p>REV.</p> <p>1</p>	<p>FOGLIO</p> <p>28 di 85</p>
--	---------------------------------	----------------------	-------------------------------

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.

### **2.6.2 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.

### **2.6.3 Strato di base**

Lo strato di base è costituito da un misto granulare di frantumato, ghiaia, sabbia ed eventuale additivo, normalmente dello spessore di 15 cm, impastato con bitume a caldo, previo preriscaldamento degli aggregati, steso in opera mediante macchina vibro finitrice e costipato con rulli gommati, vibranti gommati e metallici.

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

### **Inerti**

I requisiti di accettazione degli inerti impiegati nei conglomerati bituminosi per lo strato di base dovranno essere conformi alle 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") e nelle norme C.N.R. 65-1978 C.N.R. 80-1980.

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 del C.N.R. B.U. n. 34 (del 28/03/1973), anziché col metodo DEVAL.

L'aggregato grosso sarà costituito da frantumati (nella misura che di volta in volta sarà stabilita a giudizio della Direzione Lavori e che comunque non potrà essere inferiore al 30% della miscela degli inerti) e da ghiaie che dovranno rispondere al seguente requisito:

- perdita di peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 25%.

In ogni caso gli elementi dell'aggregato dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, durevoli, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei, inoltre non dovranno mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare.

L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali e di frantumazione (la percentuale di queste ultime sarà prescritta di volta in volta dalla Direzione Lavori in relazione ai valori di scorrimento delle prove Marshall, ma comunque non dovrà essere inferiore al 30% della miscela delle sabbie) che dovranno rispondere al seguente requisito:

- equivalente in sabbia (C.N.R. 27 - 1972) superiore a 50.

Gli eventuali additivi, provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri d'asfalto, dovranno soddisfare ai seguenti requisiti:

- setaccio UNI 0,18 (ASTM n. 80): passante in peso: 100%;
- setaccio UNI 0,075 (ASTM n. 200): passante in peso: 90%.

La granulometria dovrà essere eseguita per via umida.

**Legante**

Dovranno essere impiegati bitumi semisolidi per uso stradale di normale produzione con le caratteristiche indicate nella tabella seguente, impiegati per il confezionamento di conglomerati bituminosi.

Detti leganti sono denominati "A" e "B".

La tabella che segue si riferisce al prodotto di base così com'è prelevato nelle cisterne e/o negli stoccaggi.

Per tutte le lavorazioni andrà sempre impiegato il bitume di tipo "A", salvo casi particolari in cui potrà essere impiegato il bitume "B" (è ammissibile nelle Regioni più fredde, nord o zone in quota) sempre su preventiva autorizzazione della D.L.

TABELLA "BITUMI DI BASE"		BITUME "A"	BITUME "B"
CARATTERISTICHE:	UNITÀ	VALORE	VALORE
Penetrazione a 25°C/298°K, 100g, 5s	0,1 mm	65 - 85	85 - 105
Punto di rammollimento	C / K	48-54/321-327	47-52/320-325
Indice di penetrazione		-1 / +1	-1 / +1
Punto di rottura (Fraass), min.	C / K	-8 / 265	-9 / 264
Duttilità a 25°C/298°K, min.	Cm	90	100
Solubilità in solventi organici, min.	%	99	99
Perdita per riscaldamento (volatilità) T = 163°C / 436°K, max.	%	+/- 0,5	+/- 1
Contenuto di paraffina, max.	%	3	3
Viscosità dinamica a T = 60°C / 333°K, gradiente di velocità = 1 s <sup>-1</sup>	Pa.s	220 - 400	150 - 250
Viscosità dinamica a T = 160°C / 433°K, gradiente di velocità = 1 s <sup>-1</sup>	Pa.s	0,4 - 0,8	0,2 - 0,6
<b>Valori dopo RTFOT (Rolling Thin Film Overt Test)</b>			
Viscosità dinamica a T = 60°C / 333°K, gradiente di velocità = 1 s <sup>-1</sup>	Pa.s	700 - 800	500 - 700
Penetrazione residua a 25°C/298°K, 100g, 5s	%	≤ 70	≤ 75
Variazione del Punto di rammollimento	C / K	≤ +8 / ≤ 281	≤ +10 / ≤ 283

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

Serie crivelli e setacci UNI	Passante: % totale in peso
Crivello 40	100
Crivello 30	80 ÷ 100
Crivello 25	70 ÷ 95
Crivello 15	45 ÷ 70
Crivello 10	35 ÷ 60
Crivello 5	25 ÷ 50
Setaccio 2	20 ÷ 40
Setaccio 0,4	6 ÷ 20
Setaccio 0,18	4 ÷ 14
Setaccio 0,075	4 ÷ 8

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

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- 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 risultare non inferiore a 700 Kg; inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere superiore a 250;
- gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresi fra 4% e 7%.I provini per le misure di stabilità e rigidità anzidette dovranno essere confezionati presso l'impianto di produzione e/o presso la stesa. La temperatura di compattazione dovrà essere uguale o superiore a quella di stesa; non dovrà però superare quest'ultima di oltre 10°C.
- Le miscele di aggregati e leganti idrocarburici dovranno rispondere anche alle norme C.N.R. 134-1991;

### **Formazione e confezione delle miscele**

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi autorizzati, 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; resta pertanto escluso l'uso dell'impianto a scarico diretto.

L'impianto dovrà comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di progetto.


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

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

La zona destinata all'accatastamento degli inerti sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possano 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.



 <p><b>GTE</b> ingegneria civile</p>	<p>N. ELABORATO</p> <p>A.11</p>	<p>REV.</p> <p>1</p>	<p>FOGLIO</p> <p>31 di 85</p>
--	---------------------------------	----------------------	-------------------------------

Si farà uso di almeno 4 classi di aggregati con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate.

Il tempo di mescolazione effettivo sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto e dell'effettiva temperatura raggiunta dai componenti la miscela, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante; comunque esso non dovrà mai scendere al di sotto dei 20 secondi.

La temperatura degli aggregati all'atto della mescolazione dovrà essere compresa tra 150°C e 170°C, e quella del legante tra 150°C e 180°C, salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori in rapporto al tipo di bitume impiegato.

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

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non dovrà di norma superare lo 0,5%.

### **Posa in opera delle miscele**

La miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati nei precedenti articoli relativi alle fondazioni stradali in misto granulare ed in misto cementato.

Prima della stesa del conglomerato su strati di fondazione in misto cementato, per garantire l'ancoraggio, si dovrà provvedere alla rimozione della sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione bituminosa stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso.

Procedendo alla stesa in doppio strato, i due strati dovranno essere sovrapposti nel più breve tempo possibile; tra di essi dovrà essere interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa in ragione di 0,5 Kg/m<sup>2</sup>.

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibro finitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori, in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismo di auto livellamento.

Le vibro finitrici dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazioni degli elementi litoidi più grossi.

Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di 2 o più finitrici.

Qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spalmato con emulsione bituminosa per assicurare la saldatura della striscia successiva.

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.


I giunti trasversali, derivanti dalle interruzioni giornaliere, dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno cm 20 e non cadano mai in corrispondenza delle 2 fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

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

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 130°C.

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

	<p>N. ELABORATO</p> <p>A.11</p>	<p>REV.</p> <p>1</p>	<p>FOGLIO</p> <p>32 di 85</p>
--	---------------------------------	----------------------	-------------------------------

#### **2.6.4 Strato di collegamento e strato di usura**

##### **Generalità**

La parte superiore della sovrastruttura stradale sarà, in generale, costituita da un doppio strato di conglomerato bituminoso steso a caldo, 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 caldo, e verrà steso in opera mediante macchina vibro finitrice e compattato con rulli gommati e lisci.

##### **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 AASHO 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  $140 \text{ N/mm}^2$ , 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%;

Per le banchine di sosta saranno impiegati gli inerti prescritti per gli strati di collegamento e di usura di cui sopra.

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 i 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  $2 \div 5 \text{ mm}$  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  $6 \div 8\%$  di bitume ad alta percentuale di asfalteni con penetrazione Dow a  $25^\circ\text{C}$  inferiore a  $150 \text{ dmm}$ . Per filler diversi da quelli sopra indicati è richiesta la preventiva approvazione della Direzione Lavori in base a prove e ricerche di laboratorio.

### **Legante**

Il bitume, per gli strati di collegamento e di usura, dovrà essere del tipo "A" e "B" riportato nel punto precedente del presente capitolato.

### **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:

Serie crivelli e setacci UNI Passante:	% totale in peso
Crivello 25	100
Crivello 15	$65 \div 100$
Crivello 10	$50 \div 80$
Crivello 5	$30 \div 60$

Setaccio 2	20 ÷ 45
Setaccio 0,4	7 ÷ 25
Setaccio 0,18	5 ÷ 15
Setaccio 0,075	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 rigidità 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.

Riguardo alle misure di stabilità e rigidità, sia per i conglomerati bituminosi tipo usura che per quelli tipo binder, valgono le stesse prescrizioni indicate per il conglomerato di base.

#### Strato di usura.

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


Serie crivelli e setacci UNI	Passante: % totale in peso	
	Fuso tipo "A"	Fuso tipo "B"
Crivello 20	100	--
Crivello 15	90 - 100	100
Crivello 10	70 - 90	70 - 90

Crivello 5	40 - 55	40 - 60
Setaccio 2	25 - 38	25 - 38
Setaccio 0,4	11 - 20	11 - 20
Setaccio 0,18	8 - 15	8 - 15
Setaccio 0,075	6 - 10	6 - 10

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

L'uso del legante bituminoso tipo "B" è ammissibile soltanto in zone fredde (Nord Italia o quote elevate).

- Il fuso tipo "A" dovrà comprendere le curve per strati di usura dello spessore compreso tra 4 e 6 cm.

	<p>N. ELABORATO</p> <p>A.11</p>	<p>REV.</p> <p>1</p>	<p>FOGLIO</p> <p>35 di 85</p>
--	---------------------------------	----------------------	-------------------------------

- Il fuso tipo "B" dovrà comprendere le curve per strati di usura dello spessore di 3 cm.

Nelle zone con prevalenti condizioni climatiche di pioggia e freddo, dovranno essere progettate e realizzate curve granulometriche di "tipo spezzata", utilizzando il fuso "A" di cui sopra, con l'obbligo che la percentuale di inerti compresa fra il passante al crivello 5 ed il trattenuto al setaccio 2 sia pari al  $10\% \pm 2\%$ .

Per prevalenti condizioni di clima asciutto e caldo, si dovranno usare curve prossime al limite inferiore. 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  $60^{\circ}\text{C}$  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.

#### **Controllo dei requisiti di accettazione.**

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base.


#### **Formazione e confezione degli impasti**

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base, salvo che per il tempo minimo di miscelazione effettiva, che, con i limiti di temperatura indicati per il legante e gli aggregati, non dovrà essere inferiore a 25 secondi.

#### **Attivanti l'adesione**

Nella confezione dei conglomerati bituminosi dei vari strati (base, collegamento o 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

 <p><b>GTE</b> ingegneria civile</p>	<p>N. ELABORATO</p> <p>A.11</p>	<p>REV.</p> <p>1</p>	<p>FOGLIO</p> <p>36 di 85</p>
--	---------------------------------	----------------------	-------------------------------

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 benessere 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 delconglomerato 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 laverifica 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 diimmersione 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 unprolungato periodo di immersione in acqua (facendo ricorso alla prova Marshall (C.N.R. 30-1973), ovveroalla prova di trazione indiretta "Brasiliana" (C.N.R. n. 134/1991)).

### ***2.6.5 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 clic 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.

	<p>N. ELABORATO</p> <p>A.11</p>	<p>REV.</p> <p>1</p>	<p>FOGLIO</p> <p>37 di 85</p>
--	---------------------------------	----------------------	-------------------------------

## 2.7 CONGLOMERATI CEMENTIZI

Per la realizzazione delle opere in oggetto è previsto l'impiego dei materiali aventi le seguenti caratteristiche:

- Classe resistenza = C12/15 per getti in cls magro
- Classe resistenza = C32/40 per opere strutturali in c.a.

Per garantire la durabilità delle strutture in calcestruzzo e per la definizione della classe di resistenza di quest'ultime in funzione delle condizioni ambientali, si farà riferimento alle indicazioni contenute nella norma UNI 11104:2016. Per le specifiche dei materiali si rimanda agli elaborati progettuali di dettaglio.

Le classi di esposizione ambientale, secondo la EN206, sono sei, identificate dalle sigle XO, XC, XD, XS, XF ed XA, per diversi tipi di aggressione.

### 2.7.1 *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 206:2021 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 197-1:2011 (cemento Portland, classe di resistenza 32.5), e con aggregato avente dimensione nominale massima compresa fra 20 e 32 mm.

### 2.7.2 *Aggregati*

Per tutti i tipi di conglomerato cementizio dovranno essere impiegati esclusivamente gli aggregati della categoria A di cui alla Norma UNI 8520-2:2016 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

 <p><b>GTE</b> ingegneria civile</p>	<p>N. ELABORATO</p> <p>A.11</p>	<p>REV.</p> <p>1</p>	<p>FOGLIO</p> <p>38 di 85</p>
--	---------------------------------	----------------------	-------------------------------

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).

### **2.7.3 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 dalle norme UNI 11417-1:2012 e UNI 11417-2:2014 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").

### **2.7.4 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.

### **2.7.5 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

 <p><b>GTE</b> ingegneria civile</p>	<p>N. ELABORATO</p> <p>A.11</p>	<p>REV.</p> <p>1</p>	<p>FOGLIO</p> <p>39 di 85</p>
--	---------------------------------	----------------------	-------------------------------

previsti in progetto, dovranno essere impiegati additivi iperfluidificanti a base acrilica (caratterizzati da una riduzione d'acqua di almeno il 30%).

### ***2.7.6 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 (Dmax) e sarà misurata sul conglomerato cementizio fresco prelevato all'atto della posa in opera secondo la relativa UNI EN 12350-7:2019.

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 ASTM C 260.

### ***2.7.7 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 insindacabilmente riposti nell'apposito sito predisposto dall'Impresa.

### ***2.7.8 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



 <p><b>GTE</b> ingegneria civile</p>	<p>N. ELABORATO</p> <p>A.11</p>	<p>REV.</p> <p>1</p>	<p>FOGLIO</p> <p>40 di 85</p>
--	---------------------------------	----------------------	-------------------------------

UNI in vigore; 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 minimi di temperatura desunti da un apposito termometro esposto nello stesso cantiere di lavoro. Il conglomerato cementizio sarà posto in opera ed 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



	<p>N. ELABORATO</p> <p>A.11</p>	<p>REV.</p> <p>1</p>	<p>FOGLIO</p> <p>41 di 85</p>
--	---------------------------------	----------------------	-------------------------------

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 l'anormale maturazione.

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

Tutti i conglomerati cementizi e gli acciai impiegati nelle opere in cemento semplice o armato saranno sottoposti a prelievi, alle prove e alle verifiche qualitative nei modi, a cura e spese dell'Appaltatore, e nei termini previsti dalla vigente normativa italiana in materia di opere in c.a. Le prove e i relativi Certificati di prova devono essere effettuati presso Laboratori sperimentali Ufficiali.

## 2.8 CASSEFORME

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.

### ***2.8.1 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 rapidoprosciugamento 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 dì.

	<p>N. ELABORATO</p> <p>A.11</p>	<p>REV.</p> <p>1</p>	<p>FOGLIO</p> <p>42 di 85</p>
--	---------------------------------	----------------------	-------------------------------

### **2.8.2 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 "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni".

### **2.8.3 Protezione dopo la scasseratura**

Al fine di evitare un prematuro essiccamento dei manufatti dopo la rimozione delle casseforme, a seguito del quale l'indurimento è ridotto e il materiale risulta più poroso e permeabile, si dovrà procedere ad una stagionatura da eseguire con i metodi sopra indicati. La durata della stagionatura, intesa come giorni complessivi di permanenza nei casseri e di protezione dopo la rimozione degli stessi, va determinata in base alle indicazioni della Norma UNI EN 206:2021.

## **2.9 SISTEMI PROTETTIVI PER STRUTTURE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO**

### **2.9.1 Protettivi filmogeni – Generalità**

In funzione del tipo di struttura, dell'elemento da proteggere e dell'ambiente, il progetto indicherà il sistema da adottare, in accordo alle specifiche delle presenti Norme.

Nei paragrafi seguenti vengono individuati i requisiti, le caratteristiche e le prestazioni, con le relative fasi esecutive e di controllo del sistema protettivo prescelto.

### **2.9.2 Requisiti e metodi di prova**

Nella tabella sono indicati i requisiti ed i corrispondenti metodi di prova mediante i quali è possibile la caratterizzazione prestazionale dei sistemi protettivi filmogeni.


Tabella – Requisiti dei sistemi protettivi e metodi di prova utilizzati

Requisiti	Metodo di prova
Impermeabilità all'acqua	UNI EN 1928
Resistenza al vapor d'acqua **	Metodo DIN 52615
Impermeabilità alla CO <sub>2</sub>	Metodo DIN 52615 modificata
Impermeabilità allo ione Cl <sup>-</sup>	Metodo TEL
Aderenza al calcestruzzo	Adhesion tester ASTM
Resistenza all'irraggiamento UV	ASTM G 53 (QUV)
Resistenza all'abrasione *	ASTM D 4060
Deformabilità elastica **	UNI EN 12311

\* Requisito non richiesto per opere d'arte

\*\* Requisiti non richiesti per strutture a contatto con acqua

\*\*\* Nel caso di strutture a contatto con acqua si utilizza il metodo ASTM C 666

	<p>N. ELABORATO</p> <p>A.11</p>	<p>REV.</p> <p>1</p>	<p>FOGLIO</p> <p>43 di 85</p>
--	---------------------------------	----------------------	-------------------------------

### **2.9.3 Accettazione e specifiche prestazionali dei sistemi protettivi**

L'Impresa, prima dell'inizio dei lavori, dovrà fornire alla Direzione Lavori la documentazione tecnica, fornita dal Produttore, dei materiali che intende impiegare, affinché si possa dedurre la rispondenza del prodotto ai requisiti ad alle prestazioni richieste.

La Direzione Lavori, in tempo utile rispetto al programma lavori, controllerà la rispondenza di detti requisiti, potendo comunque prescrivere, a cura e spese dell'Impresa, l'esecuzione di prove, sui campioni di materiali forniti, indicando il laboratorio presso il quale effettuare le prove; successivamente potranno essere richieste ulteriori verifiche su campioni di normale fornitura prelevati in cantiere.


Le Società Produttrici devono possedere certificazione di qualità ai sensi della normativa UNI EN ISO 9001 e possedere un manuale di Qualità.

### **2.9.4 Caratteristiche e prestazioni del sistema filmogeno per la protezione di opere d'arte**

Le opere d'arte verranno protette mediante un sistema protettivo costituito da un primer epossipoliamicidicoe da una finitura a base di elastomeri poliuretanic alifatic applicata con differenti spessori in funzione del grado di protezione richiesto.

Il suddetto sistema protettivo sarà caratterizzato dai seguenti spessori e prestazioni:

- Strato di adesione di spessore secco pari a 50 µm;
- Strato di finitura di spessore secco, realizzato con una o due mani, a seconda del tipo di protezione richiesta: media o elevata;
- Aspetto dello strato di finitura di colore grigio cemento, RAL 7032 o 7035, secondo indicazione della Direzione Lavori;
- Aderenza al calcestruzzo  $\geq 3,5 \text{ N/mm}^2$ ;
- Deformabilità elastica con allungamento a rottura  $\geq 400\%$ ;
- Impermeabilità all'acqua con assenza di permeazione ad una pressione di 500 kPa;
- Impermeabilità alla CO<sub>2</sub> con fattore di resistenza  $\mu \text{ CO}_2 \geq 0,5 \times 10^6$ , al quale corrisponde uno spessore d'aria equivalente (R):
  - R > 220 m, per uno spessore totale del sistema protettivo pari a 450 µm;
  - R > 120 m, per uno spessore totale del sistema protettivo pari a 250 µm;
- Permeabilità allo ione Cl<sup>-</sup> < 7 g (m<sup>2</sup> x 24 h);
- Resistenza al vapore d'acqua con fattore  $\mu_{\text{vapore}} \leq 0,8 \times 10^4$  al quale corrisponde uno spessore d'aria equivalente (Sd) :
  - Sd  $\leq 3,6 \text{ m}$ , per uno spessore totale del sistema protettivo pari a 450 µm;
  - Sd  $\leq 2 \text{ m}$ , per uno spessore totale del sistema protettivo pari a 250 µm ;
- Resistenza all'irraggiamento UV elevata;
- Resistenza ai cicli gelo-disgelo in base alla prova di durabilità su campioni di conglomerato cementizio standard:
  - > 40 cicli, per uno spessore totale del sistema protettivo pari a 450 µm;
  - > 18 cicli, per uno spessore totale del sistema protettivo pari a 250 µm;

 <p><b>GTE</b> ingegneria civile</p>	<p>N. ELABORATO</p> <p>A.11</p>	<p>REV.</p> <p>1</p>	<p>FOGLIO</p> <p>44 di 85</p>
--	---------------------------------	----------------------	-------------------------------

### **2.9.5** *Caratteristiche e prestazioni del sistema filmogeno per la protezione di strutture a contatto con acqua*

Per la protezione delle superfici delle strutture a contatto con correnti idrauliche quali canali, tombini ed opere in alveo (pile, fondazioni, muri di sponda, briglie, ecc.), si è individuato un sistema bicomponente rigido epossipoliamicidico da applicarsi con due differenti spessori in funzione del grado di sollecitazione idrodinamica.

Tale sistema bicomponente rigido epossipoliamicidico dovrà essere caratterizzato dai seguenti spessori e prestazioni:

- Strato di adesione di spessore secco pari a 50  $\mu\text{m}$ ; realizzato mediante l'utilizzazione di un primer epossipoliamicidico;
- Strato di finitura realizzato in due mani con un prodotto epossipoliamicidico di spessore secco variabile in funzione delle caratteristiche idrauliche e del grado di protezione richiesto;
- Aspetto dello strato di finitura di colore grigio cemento, RAL 7032 o 7035, secondo l'indicazione della Direzione Lavori;
- Aderenza al calcestruzzo  $\geq 35 \text{ N/mm}^2$ ;
- Impermeabilità all'acqua con assenza di permeazione ad una pressione di 500 kPa;
- Resistenza all'abrasione  $< 50 \text{ mg}$ , secondo ASTM D 4060;
- Impermeabilità alla  $\text{CO}_2$  con fattore di resistenza  $\mu\text{CO}_2 \geq 1,2 \times 10^6$ , al quale corrisponde uno spessore di aria equivalente (R):
  - $R > 780 \text{ m}$ , per uno spessore totale del sistema protettivo pari a 650  $\mu\text{m}$ ;
  - $R > 540 \text{ m}$ , per uno spessore totale del sistema protettivo pari a 450  $\mu\text{m}$ ;
- Permeabilità allo ione  $\text{Cl}^- < 3 \text{ g}/(\text{m}^2 \times 24 \text{ h})$ ;
- Resistenza a cicli di gelo-disgelo  $> 45$  cicli.

### **2.9.6** *Preparazione del supporto e modalità di applicazione del sistema protettivo*

La preparazione del calcestruzzo di supporto dovrà essere eseguita mediante sabbiatura seguita da pulizia con aria compressa immediatamente prima della applicazione:

- su conglomerati cementizi nuovi per eliminare i disarmanti;
- su conglomerati cementizi vecchi per eliminare le parti aventi scarsa coesione e per eliminare dalla superficie esterna della struttura eventuali contaminanti.


La Direzione Lavori si riserva comunque di approvare i risultati ottenuti dalla preparazione del supporto. Tale approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'impresa relativa al raggiungimento dei requisiti finali del rivestimento protettivo in opera.

Il tempo intercorrente tra l'applicazione di strati successivi dovrà essere conforme a quanto riportato sulle schede tecniche del prodotto.

L'applicazione dovrà avvenire preferibilmente a spruzzo mediante airless; è consentita l'applicazione a pennello o a rullo solo nel caso di protezione di superfici di estensione limitata. Lo spessore del sistema protettivo indicato nel progetto si intende sempre come spessore di film secco.

Il prodotto non deve provocare inconvenienti di alcun genere agli applicatori che comunque durante la miscelazione e l'applicazione dovranno indossare guanti, occhiali ed idonei indumenti di lavoro.

In particolare il prodotto non deve contenere idrocarburi clorurati, metanolo, benzene ed altre sostanze di analoga o maggiore tossicità.

	<p>N. ELABORATO</p> <p>A.11</p>	<p>REV.</p> <p>1</p>	<p>FOGLIO</p> <p>45 di 85</p>
--	---------------------------------	----------------------	-------------------------------

### ***2.9.7 Prove, controllo delle prestazioni e degli spessori, penali***

In corso d'opera le prove potranno essere ripetute con frequenza richiesta dalla Direzione Lavori. Qualora dalle prove eseguite risultassero valori inferiori di non più del 10% di quelli richiesti, riportati nei punti precedenti, il materiale verrà accettato, ma verrà applicata una penale.

Qualora i valori risultassero inferiori del 10% rispetto a quelli richiesti, l'Impresa sarà tenuta a sua totale cura e spese alla rimozione dei materiali già posti in opera.

In corso d'opera la Direzione Lavori effettuerà controlli dello spessore sul film umido della singola mano applicata con le seguenti modalità:

- misura dello spessore mediante "pettine" di idonea graduazione secondo le specifiche della ASTM D 4414 (o D 1212);
- per superfici globali da proteggere inferiori a 2000 m<sup>2</sup> almeno una serie di 20 misure;
- per superfici globali da proteggere superiori a 2000 m<sup>2</sup> almeno una serie di 40 misure.

La serie di misure sarà, se possibile, omogeneamente distribuita sulla superficie da verificare ed il suo valore medio non dovrà essere minore di quello di progetto.

Nel caso risulti un valore medio inferiore di non più del 10% rispetto allo spessore di progetto si applicherà una penale per tutte le superfici trattate, qualora risulti un valore medio ulteriormente inferiore l'Impresa, a sua cura e spese, provvederà ad integrare lo spessore mancante mettendo in atto tutti gli accorgimenti necessari per la buona riuscita dell'integrazione.

### ***2.9.8 Protettivi impregnanti***

Il trattamento impregnante di superfici di conglomerato cementizio, sia orizzontali che verticali verrà eseguito con prodotto a base epossidica modificata, applicato a spruzzo o a rullo in funzione delle condizioni atmosferiche, con particolare riferimento al vento, diluendolo in acqua con un consumo medio di 300÷400 g di prodotto secco per m<sup>2</sup> di superficie trattata; sarà dato in passate successive fino ad un massimo di tre, in funzione delle prove di assorbimento e fino a rifiuto del conglomerato cementizio.

Il trattamento sarà preceduto dalla preparazione della superficie da trattare, fino a completa rattivatura, mediante sabbiatura con aspirazione delle polveri ed eventuale regolarizzazione di parti degradate.

### ***2.9.9 Caratteristiche dei prodotti costituenti il ciclo e norme per l'esecuzione dei lavori***

Il ciclo dovrà essere composto da una o più mani di prodotto impregnante monocomponente o bicomponente da applicare in quantità da stabilire di volta in volta in base a prove di assorbimento effettuate sul supporto da proteggere ed in funzione del grado di viscosità del prodotto da applicare.

Il prodotto deve avere caratteristiche osmotiche ed essere costituito da una miscela di sostanze chimiche che non conferiscano né colore né spessore superficiale al manufatto.

### ***2.9.10 Caratteristiche dei componenti fondamentali***

Veicolo: il veicolo deve essere essenzialmente costituito da una resina sintetica; nella formulazione dell'impregnante base possono essere inclusi agenti antisedimentari, antischiumogeni, ecc..

La protezione fornita dalle sostanze attive dell'impregnante dovrà essere di tipo chimico, tale da annullare l'effetto degli ioni aggressivi che penetrano all'interno del conglomerato cementizio.

***2.9.11 Caratteristiche chimico fisiche del ciclo protettivo costituito da sostanze impregnanti***

**Permeabilità all'acqua:**

La prova esamina la possibilità o meno che il prodotto impregnante costituisca barriera alla diffusione del liquido (H<sub>2</sub>O);

Condizione di prova:

- temperatura 296 K ± 2 K
- pressione di esercizio della colonna d'acqua 0,5 bar
- durata 72 h
- Valore da riscontrare:
- Diffusione presente

**Assorbimento acqua:**

La prova esamina attraverso la determinazione del valore di assorbimento acqua, relativo ad una superficie unitaria, le caratteristiche osmotiche intrinseche dell'impregnante.

Condizione di prova:

- temperatura 296 K ± 2 K
- durata 24 h
- valore da riscontrare 40% ÷ 60% (\*)

(\*) Valore da riferire a quello riscontrato sul supporto non trattato.

**Shock termico:**

La prova esamina il comportamento del manufatto trattato alle temperature ed allo sbalzo termico, con intervallo di tempo ridotto.

I campioni di prova vengono immersi per 1/3 della loro altezza in una soluzione salina costituita da cloruri esolfati.

Ciclo termico:

- 60 min alla temperatura di 243 K ± 2 K
- 60 min alla temperatura di 323 K ± 2 K
- Numero dei cicli 20


Determinazioni eseguite al termine dei cicli termici:

- Perdita in peso ≤ 2%

Controllata la rispondenza del trattamento con le caratteristiche di resistenza richieste, i prodotti componentisaranno identificati mediante analisi spettrofotometrica all'infrarosso.

La Direzione Lavori potrà fare accertare in ogni momento sui prodotti presenti in cantiere la corrispondenza delle caratteristiche chimico fisiche di composizione e di applicazione.

---

	N. ELABORATO  A.11	REV.  1	FOGLIO  47 di 85
--	--------------------------	---------------	------------------------

### **2.9.12 Protettivi strutturali**

Sono definiti protettivi strutturali quelle sostanze che modificano la struttura chimica e/o fisica del conglomerato cementizio in modo tale da renderlo meno attaccabile agli agenti aggressivi, aumentandone nel contempo la resistenza meccanica.

Risultati di questo tipo si ottengono impregnando i manufatti con monomeri organici che polimerizzano all'interno della struttura in conglomerato cementizio, (conglomerato cementizio polimero impregnato –C.P.I.), oppure usando cementi di composizione chimica resistente agli agenti aggressivi insieme ad additivi e a formulazioni granulometriche che riducono al minimo la macro e la micro porosità del conglomerato cementizio. Lo spessore delle protezioni di questo tipo non è mai corticale come nei casi precedenti, ma è esteso per alcuni centimetri della parete esterna del manufatto nel caso C.P.I., oppure riguarda l'intero manufatto nel secondo caso.

L'accettazione di simili tipi di protezione è subordinata alla resistenza di manufatti campione protetti con il o costituiti da miscele antidegrado.

La forma e le dimensioni del campione non sono rilevanti ai fini dei risultati; indicativamente si useranno cubi o cilindri con dimensione massima minore o uguale a 20 cm che potranno essere appositamente fabbricati o prelevati da manufatti già esistenti, in opera.(Ciò potrà servire anche ai fini del controllo delle lavorazioni).

I campioni di prova vengono immersi per 1/3 della loro altezza in una soluzione salina costituita da cloruri e solfati.

Ciclo termico:

- 60min 243 K  $\pm$  2 K
- 60min 323 K  $\pm$  2 K
- Numero dei cicli 20

## **2.10 IMPERMEABILIZZAZIONI**

### **2.10.1 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



	<p>N. ELABORATO</p> <p>A.11</p>	<p>REV.</p> <p>1</p>	<p>FOGLIO</p> <p>48 di 85</p>
--	---------------------------------	----------------------	-------------------------------

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.

### ***2.10.2 Impermeabilizzazione di strutture interrato***

Per l'impermeabilizzazione di strutture prevalentemente interrato, 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 m

### ***2.10.3 Barriera antivapore***

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

### ***2.10.4 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 giunti fra i teli saranno sovrapposti per almeno 5 cm.

## **2.11 ACCIAIO PER C.A.**

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 (D.M. in vigore).

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 fonderia, 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.

### ***2.11.1 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



	<p>N. ELABORATO</p> <p>A.11</p>	<p>REV.</p> <p>1</p>	<p>FOGLIO</p> <p>49 di 85</p>
--	---------------------------------	----------------------	-------------------------------

controllo della Direzione Lavori, ad un Laboratorio Ufficiale secondo quanto prescritto dal D.M. 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle 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.

### ***2.11.2 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.

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

Nella posa in opera delle armature metalliche entro i casseri è prescritto tassativamente l'impiego d'opportunistanziatori 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.

## **2.12 ACCIAIO PER CARPENTERIA**

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.

I materiali impiegati nella costruzione di strutture in acciaio, per cui non sia applicabile la marchiatura CE, dovranno essere "qualificati"; la marcatura dovrà risultare leggibile ed il produttore dovrà accompagnare la fornitura con l'attestato di controllo e la dichiarazione che il prodotto è qualificato.

Prima dell'approvvigionamento dei materiali da impiegare l'impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori, in copia riproducibile, i disegni costruttivi di officina delle strutture, nei quali, in conformità a quanto

 <p><b>GTE</b> ingegneria civile</p>	<p>N. ELABORATO</p> <p>A.11</p>	<p>REV.</p> <p>1</p>	<p>FOGLIO</p> <p>50 di 85</p>
--	---------------------------------	----------------------	-------------------------------

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 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.

### ***2.12.1 Strutture in acciaio tipo Corten***

Nel caso in progetto sia specificato l'utilizzo di acciaio tipo Corten, dovrà esclusivamente essere utilizzato, per la costruzione delle relative strutture, acciaio autopassivante tipo "Corten B" con caratteristiche meccaniche analoghe a quelle degli acciai S355 tipo JR, J0 e J2 (UNI EN 10025) con valore di resilienza garantito rispettivamente a +20°C, 0°C e -20°C.


Le lamiere in tipo Corten B devono rientrare nelle norme NF A 35-502-E36W, ASTM A242 e A588, UNI EN 10025-1 e -5, S.E.W.087.

Oltre a quanto previsto nel precedente articolo riguardante le "strutture in acciaio", per tale tipo particolare di acciaio devono essere verificate le caratteristiche chimiche e meccaniche riportate nell'articolo riguardante le "caratteristiche dei materiali" al punto relativo agli "acciai per strutture in carpenteria metallica", secondo le definizioni e le modalità di prova previste dalle norme di riferimento.

La qualità delle materie prime deve essere certificata dai relativi Produttori o da Enti o Laboratori Ufficiali di cui all'art. 20 L. 1086/71 o autorizzati con Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici, secondo le modalità previste dal D.M. 17/01/18, ed in particolare secondo il capitolo 11.3.4.11. dello stesso D.M. "Procedure di controllo su acciai da carpenteria".

Si specifica che per le materie prime provenienti da Paesi della Comunità Economica Europea è sufficiente il certificato di origine del produttore ove questi operi in regime di qualità e sia riconosciuto dalle Autorità competenti; mentre per le materie prime provenienti da Paesi extra CEE o per produttori CEE non operanti in regime di qualità, sarà indispensabile provvedere alla qualificazione dei materiali secondo le normative, in laboratori o enti autorizzati (art.20 Legge 1086/71).

L'impostazione del progetto costruttivo dovrà tener conto delle condizioni che permettono di ottenere una protezione efficace delle superfici in acciaio tipo Corten esposte allo stato nudo o verniciato; il ristagno prolungato dell'acqua piovana e/o la presenza permanente di acque di condensa sono incompatibili con l'impiego dell'acciaio tipo Corten allo stato nudo; gli elementi in acciaio tipo Corten esposti alle intemperie saranno perciò realizzati in modo tale che in ogni punto della struttura l'acqua piovana possa liberamente scorrere e non venga trattenuta da avvallamenti; le parti interne delle strutture dovranno essere

	<p>N. ELABORATO</p> <p>A.11</p>	<p>REV.</p> <p>1</p>	<p>FOGLIO</p> <p>51 di 85</p>
--	---------------------------------	----------------------	-------------------------------

adeguatamente areate e ventilate.

Dovrà essere evitato ogni contatto diretto delle superfici in acciaio tipo Corten nudo con altri materiali metallici capaci di provocare coppie elettrochimiche.

L'acciaio tipo Corten è perfettamente saldabile in tutti gli spessori; per la saldatura dell'acciaio tipo Corten dovranno essere seguite le regole e le precauzioni impiegate per l'acciaio ad alto limite elastico.

Nel caso di giunti saldati con una sola passata, la diffusione del metallo base nella zona fusa dovrà essere tale che il cordone di saldatura presenti una resistenza alla corrosione ed una colorazione simili a quelli del metallo di base; l'acciaio tipo Corten può essere saldato ad arco elettrico con metodo manuale con elettrodi al rutilo, neutri e preferibilmente basici, che formino un cordone di saldatura di caratteristiche meccaniche almeno equivalenti a quelle del metallo di base.

Per giunti la cui resistenza è essenziale alla sicurezza della struttura dovranno essere impiegati esclusivamente elettrodi basici o combinazioni equivalenti filoflusso per saldature arco gas od arco sommerso.

Nel caso di giunti saldati in più passate è prescritto di utilizzare lo stesso metallo di apporto impiegato per la saldatura in una sola passata; tuttavia per le passate finali visibili nella struttura esposta alla corrosione atmosferica si raccomanda l'utilizzo di un metallo di apporto leggermente legato al rame o nickel.

Non si dovranno effettuare saldature in officina o in cantiere allorché la temperatura ambiente scenda al di sotto di  $-5^{\circ}\text{C}$ ; per gli spessori fino a 25 mm si asciugheranno alla fiamma i prodotti prima della saldatura; per spessori compresi fra 25 e 50 mm la temperatura di preriscaldamento ed interpass sarà almeno di  $50^{\circ}\text{C}$ ; per spessori superiori tale temperatura sarà almeno di  $100^{\circ}\text{C}$ .

### ***2.12.2 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.

### ***2.12.3 Controlli in corso di lavorazione***

L'Impresa è tenuta ad avvertire la Direzione Lavori dell'arrivo nella sua officina dei materiali

 <p><b>GTE</b> ingegneria civile</p>	<p>N. ELABORATO</p> <p>A.11</p>	<p>REV.</p> <p>1</p>	<p>FOGLIO</p> <p>52 di 85</p>
--	---------------------------------	----------------------	-------------------------------

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.

	<p>N. ELABORATO</p> <p>A.11</p>	<p>REV.</p> <p>1</p>	<p>FOGLIO</p> <p>53 di 85</p>
--	---------------------------------	----------------------	-------------------------------

#### **2.12.4 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 sovrasollecitate.

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 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.

## 2.13 ZINCATURA A CALDO DEGLI ACCIAI

### 2.13.1 *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÷0,04% oppure compreso nell'intervallo 0,15÷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 EC 1-2011 UNI EN 10080:2005 per gli acciai di qualità Fe B 400 S e Fe B 500 S.

### 2.13.2 *Zincatura a caldo per immersione*

#### **Trattamento preliminare**

Comprende le operazioni di sgrassaggio decapaggio, risciacquo, flussaggio, essiccamento e preriscaldamento a 400÷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 1179:2005, 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 aguzzesaranno 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

	<p>N. ELABORATO</p> <p>A.11</p>	<p>REV.</p> <p>1</p>	<p>FOGLIO</p> <p>55 di 85</p>
--	---------------------------------	----------------------	-------------------------------

zincatoe 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  $610 \text{ g/m}^2 \pm 10\%$  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  $610 \text{ g/m}^2 -10\%$  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  $80 \div 100 \mu\text{m}$ .

## **2.14 MICROPALI**


### ***2.14.1 Definizioni***

La presente sezione si riferisce alla tipologia di micropali a semplice cementazione.

Nel caso in cui i micropali debbano essere realizzati valvolati, e con il metodo delle iniezioni ripetute e selettive, ciò sarà chiaramente indicato nei disegni e nelle relazioni di calcolo allegate al Progetto Esecutivo. Le specifiche tecniche di realizzazione in questo caso saranno specificate negli elaborati di progetto, caso per caso.

Si definiscono micropali a semplice cementazione quelli realizzati inserendo entro una perforazione di piccolo diametro un'armatura metallica, e solidarizzati al terreno mediante il getto di una malta o di una miscela



	<p>N. ELABORATO</p> <p>A.11</p>	<p>REV.</p> <p>1</p>	<p>FOGLIO</p> <p>56 di 85</p>
--	---------------------------------	----------------------	-------------------------------

cementizia.

L'armatura metallica sarà costituita da un tubo senza saldature. La cementazione avverrà generalmente a bassa pressione mediante un circuito a tenuta facente capo ad un dispositivo posto a bocca foro.

### ***2.14.2 Caratteristiche dei materiali***

#### **Armature**

Le armature dei micropali con funzioni portanti assiali dovranno essere dotate di idonei centratori che garantiscano il corretto posizionamento dell'armatura nel foro. I centratori dovranno essere vincolati lungo l'armatura per mezzo di punti di saldatura, collari componibili, collanti speciali o con qualsiasi altro mezzo precedentemente concordato ed accettato dalla Direzione Lavori.

Il materiale costruttivo e la frequenza/spaziatura dei centratori lungo il fusto del micropalo dovranno essere preventivamente concordati, fin dall'esecuzione dell'eventuale campo prova, con il progettista ed approvati dalla Direzione Lavori

#### **Tubi di acciaio**

È prescritto l'impiego di tubi aventi caratteristiche geometriche e qualità dell'acciaio conformi a quanto indicato nei disegni di progetto.

I tubi dovranno essere del tipo senza saldature, con giunzioni a mezzo di manicotto filettato esterno. In alcuni casi sarà possibile porre in opera armature monolitiche o comunque preassemblate, anche mediante saldatura, previa autorizzazione della Direzione Lavori

Sarà facoltà della Direzione Lavori chiedere all'Impresa di far eseguire tutte le verifiche relative alla resistenza meccanica, alla qualità ed al tipo di acciaio costituente l'armatura stessa, presso un laboratorio ufficiale e/o comunque di gradimento della Direzione Lavori; potranno essere richieste prove delle giunzioni saldate, se autorizzate.

Le caratteristiche delle giunzioni (filettatura, saldatura, dimensioni e sezioni utili) dovranno consentire una trazione ammissibile pari almeno all'80% del carico ammissibile a compressione.

La qualità dell'acciaio deve essere certificata in conformità con il D.M. 17.01.2018.

#### **Malte e miscele cementizie**

##### **Caratteristiche dei componenti**

L'Impresa deve accertarsi preventivamente che i materiali, aventi le caratteristiche qui richieste, siano disponibili in quantità sufficiente a coprire l'intero prevedibile fabbisogno per l'esecuzione dei micropali previsti in progetto.

Ogni qualvolta si verificheranno variazioni delle caratteristiche dei materiali, l'Impresa dovrà fornire le prove di accettabilità dei materiali, laddove richieste dalla Direzione Lavori

##### **Cementi**

Il cemento impiegato deve essere scelto in relazione alle caratteristiche ambientali considerando, in particolare, l'aggregabilità da parte dell'ambiente esterno.

##### **Inerti**

In relazione alle prescrizioni di progetto l'inerte sarà costituito da sabbie fini, polveri di quarzo, polveri di calcare, o ceneri volanti.

Nel caso di impiego di ceneri volanti, ad esempio provenienti dai filtri di altoforni, si dovrà utilizzare materiale totalmente passante al vaglio da 0.075 mm. Previa autorizzazione della Direzione Lavori, le ceneri volanti possono essere utilizzate anche nelle preparazioni delle miscele cementizie.


##### **Acqua di impasto**

L'acqua da impiegarsi nelle malte dei micropali dovrà essere dolce, limpida e scevra di materie terrose, non inquinata da materie organiche; dovrà essere definita la sua provenienza ed avere caratteristiche costanti nel tempo e rispondenti ai requisiti in tabella sottostante ed alla norma relativa vigente.

##### **Additivi**

Il loro impiego, come per ogni altro componente, dovrà essere preventivamente sperimentato e dichiarato nella composizione della miscela della malta cementizia progettata.

Tutti gli additivi impiegati dovranno essere conformi alle norme UNI vigenti e per tutti sarà richiesta una specifica documentazione indicante le caratteristiche chimico-fisiche nonché la "spettrografia dell'analisi a raggi

 <p><b>GTE</b> ingegneria civile</p>	<p>N. ELABORATO</p> <p>A.11</p>	<p>REV.</p> <p>1</p>	<p>FOGLIO</p> <p>57 di 85</p>
--	---------------------------------	----------------------	-------------------------------

infrarossi" che attestino la totale corrispondenza del prodotto alle specifiche dichiarate.

Tali prodotti dovranno essere conformi alle norme vigenti

Sarà cura dell'Impresa inviare preventivamente alla Direzione Lavori la documentazione tecnica basata su un'ampia sperimentazione pratica su tipo, dosaggi ottimali ed eventuali effetti collaterali dell'additivo sulla malta da utilizzare.

Particolare cura dovrà essere posta nel controllo del mantenimento nel tempo della lavorabilità del prodotto ottenuto.

#### Preparazione delle malte e delle miscele cementizie

Di norma la resistenza cubica da ottenere per le malte e per le miscele cementizie di iniezione deve essere:

$$R_{ck} \geq 30 \text{ MPa}$$

A questo scopo si prescrive che il dosaggio in peso dei componenti sia tale da soddisfare un rapporto acqua/cemento:

$$A / C \approx 0.5$$

La composizione della miscela cementizia, riferita ad 1 mc di prodotto, è indicativamente la seguente:

- acqua: 600 kg
- cemento: 1200 kg
- additivi: 10÷20 kg (la quantità indicata deve essere verificata in funzione del tipo e delle prescrizioni del fornitore) con un peso specifico pari a circa:  $\gamma = 1'800 \text{ kg/mc}$ .

Nella definizione della formula delle malte, prevedendo un'efficace miscelazione dei componenti atta a ridurre la porosità dell'impasto, si può fare riferimento al seguente dosaggio, riferito ad 1 mc di prodotto finito:

- acqua: 300 kg
- cemento 600 kg
- additivi: 5÷10 kg (la quantità indicata deve essere verificata in funzione del tipo e delle prescrizioni del fornitore)
- inerti: 1100 ÷1300 kg

Le miscele cementizie saranno confezionate utilizzando impianti a funzionamento automatico o semiautomatico, costituiti dai seguenti principali componenti:

- bilance elettroniche per componenti solidi e liquidi;
- per l'acqua è ammessa la misura per mezzo di vasca volumetrica;
- mescolatore primario ad elevata turbolenza (min. 1500 giri/min);
- vasca di agitazione secondaria e dosatori volumetrici per la misurazione delle miscele cementizie iniettate.

Le malte utilizzate, a scelta dell'Impresa, potranno essere prodotte in cantiere o presso impianti esterni, purché approvati dalla Direzione Lavori. Gli impianti esterni dovranno essere del tipo utilizzato per il confezionamento dei calcestruzzi, e saranno sottoposti alle necessarie ispezioni prima di essere approvati dalla Direzione Lavori.

Nel caso l'Impresa preferisca produrre la malta in cantiere, gli impianti necessari saranno del tipo utilizzato per la miscelazione del calcestruzzo; in alternativa, se preventivamente concordato con la Direzione Lavori, la boiaccia acqua/cemento potrà essere preparata in turbo impianti per miscelazione acqua-cemento, interni od esterni al cantiere, e gli inerti previsti saranno aggiunti in un'apposita vasca attrezzata con un mescolatore a coclea. Gli inerti saranno misurati mediante pesatura o con sistemi volumetrici. In ogni caso, il sistema adottato dovrà dare buoni risultati di ripetitività delle misure, e lo scarto massimo ammesso durante la misurazione dovrà essere contenuto nel  $\pm 5\%$ .

### **2.14.3 Modalità esecutive**

#### **Perforazione**

Tutte le attrezzature di perforazione, prima di essere ammesse in cantiere dovranno ricevere l'approvazione della Direzione Lavori. In ogni caso devono essere conformi a tutte le norme di sicurezza ed igiene del lavoro vigenti alla data di prima entrata in cantiere.

Per quanto riguarda le caratteristiche meccaniche esse dovranno rientrare nelle seguenti prescrizioni tecniche:

- la potenza necessaria potrà essere erogata da un motore diesel o elettrico, la cui scelta potrà essere anche funzione dell'ambiente operativo;
- la trasmissione dell'energia dovrà avvenire per mezzo di un circuito oleodinamico;
- la giunzione e lo sviamento della batteria di perforazione dovrà avvenire per mezzo di apposite morse;
- le leve di comando utilizzate dall'operatore dovranno essere opportunamente servoassistite; le operazioni in corso di svolgimento dovranno essere facilmente gestibili per mezzo di dispositivi parzializzatori e controllabili per mezzo di manometri e apposite spie;
- in corrispondenza di ogni leva, dispositivo di parzializzazione, manometro, spia e quant'altro utilizzabile dall'operatore per il funzionamento della macchina, dovranno essere applicate apposite targhette che identifichino chiaramente la funzione del comando e la direzione nella quale deve essere mosso per ottenerlo;
- tutte le leve devono tornare automaticamente in posizione di folle in caso di rilascio e devono essere opportunamente protette per impedirne l'inserimento in caso di urti accidentali;
- la stabilizzazione della macchina sul foro da perforare dovrà avvenire per mezzo di appositi martinetti;
- la macchina dovrà essere semovente, dotata di cingoli o ruote a scelta dell'Impresa, ma comunque in grado di muoversi liberamente sul piano di lavoro disponibile sulle singole aree d'intervento;
- in funzione della dimensione della macchina devono essere installati uno o più dispositivi d'emergenza facilmente identificabili ed azionabili da chiunque per l'immediato arresto di qualsiasi operazione in corso;
- la macchina oltre ad essere dotata di apposito manuale di funzionamento e catalogo ricambi deve rispettare quanto eventualmente prescritto dal regolamento comunale.
- tutte le attrezzature adottate dovranno essere equipaggiate con la strumentazione necessaria al rilevamento automatico dei principali parametri di perforazione (spinta, coppia e velocità di avanzamento);
- la strumentazione di rilevamento automatico dei parametri di perforazione dovrà essere approvata dalla Direzione Lavori preventivamente all'installazione;
- i valori dei parametri di perforazione (spinta, coppia velocità di avanzamento), registrati in automatico nel corso delle perforazioni, saranno restituiti in diagrammi rappresentativi e consegnati, anche con supporto magnetico, alla Direzione Lavori.

La perforazione sarà eseguita mediante sonda a rotazione o rotopercussione, con rivestimento continuo con tubo forma e circolazione di fluidi, fino al raggiungimento della profondità di progetto.

Numero e potenza delle attrezzature dovranno essere adeguati a raggiungere le profondità di progetto ed a rispettare il programma cronologico di esecuzione dei lavori, presentato prima dell'inizio delle lavorazioni alla Direzione Lavori, e con questa concordato.

Per la circolazione del fluido di perforazione saranno utilizzate pompe a pistoni con portate e pressioni adeguate. Indicativamente, le portate dovranno poter raggiungere i 200 l/min con valori di pressione attorno ai 25 bar.

Nel caso di perforazione a rotopercussione con martello a fondo-foro si utilizzeranno compressori con caratteristiche di portata e di pressione adeguate alle prescrizioni di uso dei martelli perforatori adottati.

### **Allestimento del micropalo**

Completata la perforazione si provvederà a rimuovere i detriti presenti nel foro, o in sospensione nel fluido di perforazione, prolungando la circolazione del fluido stesso fino alla sua completa chiarificazione.


Si provvederà quindi ad inserire l'armatura, con eventuali centratori, fino a raggiungere la profondità di progetto.

L'armatura dovrà essere del tipo indicato negli elaborati di progetto e dovrà essere posata nel foro rispettando le prescrizioni progettuali (profondità, posizionamento, parte libera sporgente, ecc.) ed evitando il contatto inferiore con il terreno.

Di norma si procederà immediatamente alla cementazione del micropalo (guaina); la messa in opera delle armature di ancoraggio a cordolo o plinto, ove previste, sarà eseguita successivamente all'iniezione.

### **Cementazione a bassa pressione**

Il foro dovrà essere interamente o parzialmente rivestito, a seconda delle condizioni di stabilità del foro, e secondo le prescrizioni della Direzione Lavori. La posa, prima dell'armatura fino alla profondità prevista e successivamente della miscela cementante, avverrà eventualmente all'interno del tubo di rivestimento provvisoriamente lasciato in opera. Alla conclusione di questa fase dovrà essere applicata al rivestimento una

 <p><b>GTE</b> ingegneria civile</p>	<p>N. ELABORATO</p> <p>A.11</p>	<p>REV.</p> <p>1</p>	<p>FOGLIO</p> <p>59 di 85</p>
--	---------------------------------	----------------------	-------------------------------

testa che consenta l'invio di aria compressa, ad una pressione di circa 0,5 MPa, durante l'estrazione del rivestimento stesso. L'operazione dovrà essere ripetuta per ogni interruzione dovuta allo svitamento degli spezzoni di rivestimento, ricollegando la testa di pressione alla sommità del rivestimento ed avendo cura di rabboccare gli eventuali cali di miscela che dovessero verificarsi.

In relazione alla natura del terreno e per evitarne la fratturazione idraulica degli strati superficiali, la pressione dell'aria compressa potrà essere ridotta man mano che ci si avvicina alla superficie.

#### **2.14.4 Tolleranze geometriche e tracciamento**

La posizione planimetrica non dovrà discostarsi da quella di progetto più di 2 cm, salvo di verse indicazioni della Direzione dei Lavori;

La deviazione dell'asse del micropalo rispetto all'asse di progetto non dovrà essere maggiore del 1%;

La sezione dell'armatura metallica non dovrà risultare inferiore a quella di progetto.

Prima di iniziare la perforazione l'Impresa dovrà, a sua cura e sue spese, individuare sul terreno la posizione dei micropali mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun micropalo.

#### **2.14.5 Controlli di qualità e criteri di accettazione**


L'Impresa dovrà redigere e sottoporre all'approvazione della Direzione Lavori almeno 30 giorni prima del previsto inizio della lavorazione il documento "Piano di Qualità di Costruzione e Installazione – Micropali".

Di seguito si forniscono le specifiche che l'Impresa dovrà osservare nell'esecuzione dei controlli del proprio operato; l'Impresa resta comunque responsabile della qualità del prodotto finale che sarà accettato solo ove rispondente ai seguenti criteri:

- rispondenza ai criteri di tolleranza più sopra specificati,
- rispondenza del materiale, armatura e miscele di iniezione, alle caratteristiche meccaniche specificate nelle tavole di progetto
- assenza di difetti evidenziati dall'autocontrollo dell'Impresa, o rilevati dalla Direzione Lavori, o rilevati dalle prove eseguite, od infine emersi in fase di realizzazione,

Per ogni serie di micropali eseguiti l'Impresa dovrà fornire alla Direzione Lavori, una scheda contenente le seguenti indicazioni:

- n° del micropalo e data/date di esecuzione;
- lunghezza della perforazione;
- nominativi del caposquadra addetto e degli operatori (perforazione, gestione fanghi, posa armatura, iniezioni, controlli in corso d'esecuzione, ecc.);
- identificazione dell'attrezzatura di perforazione;
- modalità di esecuzione della perforazione:
  - o utensile,
  - o fluido,
  - o rivestimenti,
- informazioni relative alla stratigrafia locale emersa dall'osservazione dei detriti di scavo;
- caratteristiche dell'armatura: tipo, dimensioni e caratteristiche meccaniche;
- identificazione dell'attrezzatura di iniezione e della linea di adduzione impiegata;
- data e volume di assorbimento dell'iniezione di guaina;
- caratteristiche della miscela, o della malta, utilizzata per l'iniezione (compresa quella di guaina):
  - o composizione,
  - o peso specifico,
  - o viscosità Marsh,
  - o rendimento volumetrico o decantazione,
  - o controlli eseguiti in corso d'opera,
- tabelle delle iniezioni selettive indicanti per ogni valvola e per ogni fase:
  - o data,
  - o pressioni di apertura,
  - o volumi di assorbimento,

	<p>N. ELABORATO</p> <p>A.11</p>	<p>REV.</p> <p>1</p>	<p>FOGLIO</p> <p>60 di 85</p>
--	---------------------------------	----------------------	-------------------------------

- pressioni raggiunte,
- identificazione dei campioni di malta prelevati per le successive prove di compressione a rottura;
- diagrammi rappresentativi dei parametri di perforazione ed iniezione e relativi supporti magnetici.

La documentazione richiesta deve essere fornita alla Direzione Lavori nei tempi e nei modi che saranno indicati dalla stessa DL. La mancata, o parziale, evasione dei documenti richiesti non consentirà la contabilizzazione delle relative quantità.

## 2.15 TUBAZIONI, POZZETTI, CANALETTE, CUNETTE E FOSSI DI GUARDIA, CORDONATE, MANUFATTI

### 2.15.1 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 sopportare 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 PEAD 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 successive sovrapposti di materiale, dello spessore non inferiore a cm 30 per ogni strato, bagnati e costipati ove necessario.

Qualora le tubazioni in PEAD da interrare, interessassero zone sottoposte a traffico libero di automezzi in genere, i loro sottofondi, rinfianchi e ricoprimenti dovranno essere eseguiti con calcestruzzo e con sabbia, così come espressamente consigliato dalla Ditta produttrice dei tubi stessi.

	<p>N. ELABORATO</p> <p>A.11</p>	<p>REV.</p> <p>1</p>	<p>FOGLIO</p> <p>61 di 85</p>
--	---------------------------------	----------------------	-------------------------------

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.

### ***2.15.2 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.

### ***2.15.3 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 impastodi calcestruzzo dosato a kg 400 di cemento R 325 per m<sup>3</sup>, 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 m<sup>3</sup>. d'impasto in opera e dello spessore di volta in volta indicato dalla Direzione dei Lavori.

Saranno 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 quell'oda 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 potrà essere effettuata secondo le raccomandazioni ANDIS che si richiamano alle esperienze di Marston ed alle formule di Spangler.


### ***2.15.4 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. 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 interrate, 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



	<p>N. ELABORATO</p> <p>A.11</p>	<p>REV.</p> <p>1</p>	<p>FOGLIO</p> <p>62 di 85</p>
--	---------------------------------	----------------------	-------------------------------

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 EN 12201-1:2012 e UNI EN 12201-2:2013) dopo un calcolo di verifica in cui si assumerà il carico di sicurezza a trazione di 50/kgf/cm<sup>2</sup> (5 Mpa) alla temperatura di 20°C per le sollecitazioni nel tubo ed un valore massimo della deformazione del diametro esterno (ovalizzazione) del 5%.

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°.

### ***2.15.5 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 gradini 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.

### ***2.15.6 Pozzetti di ispezione per fognature***

Saranno di norma realizzati in muratura di mattoni pieni od in conglomerato cementizio dosato a 250 ÷ 300 kg/m<sup>3</sup> di cemento (armato o meno secondo prescrizione). Potranno comunque essere realizzati con elementi in PEAD o PRFV parzialmente o totalmente prefabbricati (rivestiti o meno con conglomerato secondo gli spessori e le condizioni di posa) o con elementi modulari prefabbricati in calcestruzzo di cemento vibrocompresso a parziale o totale impiego.

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 p.v.c.

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 malta cementizia.

### ***2.15.7 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, armato con tondo di acciaio nervato ed avranno spessore delle pareti non inferiore a 4 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 8 cm. I pozzetti a caduta verticale avranno dimensioni interne non inferiori a 45x60x70 cm se sifonati. Questi ultimi dovranno essere completi di setto di divisione (di spessore non inferiore a 3 cm) o di altro tipo idoneo di intercettore (preferibilmente in ghisa ed ispezionabile), di elemento in conglomerato cementizio armato per la copertura della camera sifonata e di griglia con telaio.

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.

#### ***2.15.8 Pozzetto prefabbricato di raccordo per fognature***

È 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 calcestruzzo vibrato, 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 realizzate impiegando gli idonei pezzi speciali, curve, braghe, ecc.

#### ***2.15.9 Pozzetti per impianto di illuminazione pubblica***


Per l'impianto di illuminazione pubblica si dovranno posare dei pozzetti in corrispondenza dei centri luminosi, dei punti di derivazione e di cambiamento di direzione, che consentiranno, tra l'altro, di collocarvi i componenti di giunzione o di derivazione dei cavi elettrici. Tali pozzetti saranno di tipo prefabbricato di cemento vibrato, delle dimensioni minime di cm 40x40x60, a fondo perdente e con chiusino carreggiabile in ghisa oppure con chiusino in c.a. del tipo asportabile e a tenuta.

I primi si adatteranno in corrispondenza di incroci e nodi di derivazioni in sede stradale, i secondi in corrispondenza dei singoli centri luminosi in sede marciapiede.

#### ***2.15.10 Pozzetti per reti tecnologiche***

Saranno del tipo in c.a. prefabbricato richiesti ed approvati dagli enti erogatori citati.

I pozzetti avranno pareti con spessore non minore di 10 cm, eventuali setti circolari a minore spessore per l'innesto dei cavidotti. I fori praticati per innestare le tubazioni saranno perfettamente stuccati e sigillati con malta cementizia. per una più precisa individuazione delle caratteristiche dei pozzetti si rimanda alla descrizione di progetto ed ai particolari progettuali.

	N. ELABORATO  A.11	REV.  1	FOGLIO  65 di 85
--	--------------------------	---------------	------------------------

### ***2.15.11 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 EC 1-2017 UNI EN 124-1:2015.

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 sui aree esclusivamente pedonali debba essere conforme alla classe C 250 (resistenza > 25.000 da N).

### ***2.15.12 Cavidotti per linee elettriche e telefoniche***

Saranno poste in opera, previa regolarizzazione del piano di scavo, su letto di sabbia o calcestruzzo di spessore minimo cm 5. Nella posa in opera si dovrà dare alla tubazione una pendenza da pozzetto a pozzetto in modo da scaricare in questi le eventuali infiltrazioni d'acqua. Le giunzioni fra i tubi e il collegamento dei tubi con i pozzetti saranno eseguite mediante adatte sigillature.

La posa sarà eseguita con l'ausilio di speciali selle distanziatrici in materiale plastico. I cavidotti saranno protetti con bauletti realizzati in conglomerato cementizio con spessore di ricoprimento non inferiore a 10 cm o in alternativa con bauletto di sabbia granita con spessore minimo di ricoprimento pari a 15 cm. Le singole condotte del cavidotto, costituite da tubi in P.V.C. con le caratteristiche descritte nelle norme di accettazione del presente Capitolato, saranno dotate di filo zincato flessibile che consenta il successivo infilamento dei cavi.

### ***2.15.13 Elementi per canalette, cunette e fossi di guardia***

La posa di questi elementi dovrà avvenire sulla base del progetto esecutivo 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.

### ***2.15.14 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.

	N. ELABORATO  A.11	REV.  1	FOGLIO  66 di 85
--	--------------------------	---------------	------------------------

### ***2.15.15 Cordonate***

Le cordonate ammesse saranno dei seguenti tipi:

- cordonate rette per marciapiede a sezione trapezia 15/12x25;
- cordonate rette per marciapiede a sezione rettangolare 10x10;
- cordonate inclinate per isola sparti-traffico a sezione trapezia 50/10x30;
- cordonate spartitraffico a sezione rettangolare 50x20

Le cordonate inclinate per isola sparti-traffico a sezione trapezia 50/10x30, 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 m<sup>3</sup> di sabbia.

### ***2.15.16 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, D.M. 17/01/18 Lavori Pubblici, UNI 206-1, UNI 8981, EN 13760:2008 e UNI 8520/2 per carichi stradali di prima categoria.

È a carico dell'impresa produrre tutti i calcoli di verifica statica dei manufatti. Lo scatolare sarà posato su soletta in calcestruzzo armato idoneamente dimensionata. I punti di giunzione ed eventuali fori predisposti per il calaggio dei manufatti dovranno essere sigillati con apposite malte espansive.

## **2.16 OPERE IN VERDE**

Il presente capitolo regola l'esecuzione delle opere in verde da realizzarsi nelle aiuole, nei punti singolari, nei reliquati e ove progettualmente previste.

### ***2.16.1 Caratteristiche dei vari materiali***

#### **Terreno vegetale**

Il terreno da fornire per il ricarico per il riempimento delle aiuole, 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 quanto riportato nella successiva tabella e di una frazione trascurabile d'elementi con diametro compreso fra i 2 e i 20 mm (scheletro).

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

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

Per 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".

### **Materiale vivaistico**

Con il termine materiale vivaistico s'individua tutto il complesso delle piante (alberi, arbusti, tappezzanti, ecc.) e delle sementi occorrenti per impieghi paesaggistici, inclusa la siepe centrale spartitraffico,

	<p>N. ELABORATO</p> <p>A.11</p>	<p>REV.</p> <p>1</p>	<p>FOGLIO</p> <p>69 di 85</p>
--	---------------------------------	----------------------	-------------------------------

per interventi biotecnici anti-inquinamento acustico.

Il materiale da fornire dovrà rispondere per genere, specie, compresa l'eventuale entità sottospecifica (varietà e/o cultivar) e dimensioni a quanto indicato nel progetto.

Il materiale dovrà provenire da strutture vivaistiche dislocate in zone limitrofe o comunque assimilabili, da un punto di vista fitoclimatico, a quelle d'impianto al fine di garantire la piena adattabilità del materiale alle caratteristiche pedo-climatiche del luogo d'impiego.

Dette strutture vivaistiche devono essere dotate d'idonee organizzazioni di produzione nonché di collaudati centri di ricerca e sperimentazione nel settore forestale e nell'arboricoltura e di un ampio patrimonio di conoscenze ed esperienze tecnico-scientifiche.

Ciò al fine di garantire:

- una opportuna e mirata sperimentazione, per individuare, nell'ambito dei vari lavori, le caratteristiche genetiche (provenienza, varietà, cultivar, cloni brevettati, ecc.) ottimali, in funzione delle utilizzazioni specifiche;
- l'ottimizzazione delle tecniche di moltiplicazione e d'allevamento, finalizzate sempre al soddisfacimento degli scopi prefissi.

Tutto il materiale vivaistico dovrà essere esente da attacchi parassitari (in corso o passati) d'insetti, malattie crittogamiche, virus, altri patogeni, deformazioni e/o alterazioni di qualsiasi natura che possano compromettere il regolare sviluppo vegetativo e il portamento tipico della specie, varietà e cultivar.

Il materiale vivaistico dovrà essere sempre fornito di dichiarazione, da effettuarsi su apposite Schede di Valutazione del Materiale Vivaistico, dalle quali risulti:

- vivaio di provenienza;
- genere, specie, eventuali entità sottospecifiche;
- origine;
- identità clonale per il materiale da moltiplicazione vegetativa;
- regione di provenienza per il materiale di produzione sessuale;
- luogo ed altitudine di provenienza per il materiale non proveniente dal materiale di base ammesso dalla normativa vigente;
- applicazione, nella fase di coltivazione in vivaio, di particolari tecniche d'allevamento che limitino e/o eliminino l'incidenza degli oneri manutentori.

L'apparato radicale di tutto il materiale vivaistico dovrà essere ricco di piccole ramificazioni e di radici capillarizzate e, secondo quanto disposto nei documenti d'appalto, dovrà essere o a radice nuda, o racchiuso in contenitore (vaso, cassa, mastello di legno o in plastica) con relativa terra di coltura, o in zolla rivestita (paglia, plant plast, juta, rete metallica, fitocella). L'apparato radicale dovrà comunque avere uno spiccato geotropismo positivo.


### **Alberi**

Devono avere la parte aerea a portamento e forma regolari, simile agli esemplari cresciuti spontaneamente, sviluppo robusto, non filato e che non dimostri una crescita troppo rapida o stentata per eccessiva densità di coltivazione in vivaio, per terreno troppo irrigato, per sovrabbondante concimazione ecc..

Dovranno rispondere alle specifiche indicate nei documenti d'appalto per quanto riguarda le seguenti caratteristiche:

- circonferenza del tronco misurata ad un metro da terra;
- altezza totale;
- altezza d'impalcatura misurata dal colletto al ramo più basso;
- diametro della chioma misurato in corrispondenza delle prime ramificazioni per le conifere, a due terzi



	<p>N. ELABORATO</p> <p>A.11</p>	<p>REV.</p> <p>1</p>	<p>FOGLIO</p> <p>70 di 85</p>
--	---------------------------------	----------------------	-------------------------------

dell'altezza per le latifoglie, in corrispondenza alla proiezione a terra della chioma per i cespugli.

Gli alberi dovranno essere trapiantati un numero di volte sufficiente secondo le buone regole vivaistiche, con l'ultima lavorazione delle radici risalente a non più di tre anni.

Le forniture in contenitore costituiranno comunque titolo preferenziale anche per quelle per le quali è espressamente richiesta una fornitura in zolla o a radice nuda. Le dimensioni dei contenitori e/o delle zolle, nel caso in cui sia espressamente richiesta la fornitura in tale forma, dovranno essere proporzionate alle dimensioni delle singole piante.

### **Piante esemplari**

Con il termine "esemplari" s'intende far riferimento ad alberi ed arbusti di grandi dimensioni che somigliano, per forma e portamento, agli individui delle stesse specie cresciuti liberamente e quindi con particolare valore ornamentale.

Queste piante devono essere state opportunamente preparate per la messa a dimora; devono cioè essere state zollate secondo le necessità e l'ultimo trapianto o zollatura deve essere avvenuto da non più di due anni. La zolla deve essere stata imballata a perfetta regola d'arte (juta, rete metallica, doghe, casse, plant plast, ecc.) al fine di garantire un corretto e armonico sviluppo della pianta; tali involucri di protezione dovranno essere imprescindibilmente rinforzati, qualora le singole piante superino altezze di 3,50 m, con rete metallica, con pellicola di plastica porosa o altro materiale equivalente. Le piante esemplari sono evidenziate a parte nei documenti contrattuali.

### **Arbusti, tappezzanti, rampicanti**

Devono avere una massa fogliare ben formata e regolare a densità costante a decorrere dalla base; devono possedere un minimo di tre fusti a partire dal colletto e rispondere alle specifiche indicate nei documenti d'appalto per quanto riguarda altezza e/o diametro della chioma.

### **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 mantengastabile la temperatura e il tenore d'umidità del terreno.

La Direzione Lavori, su richiesta dell'Impresa, potrà autorizzare l'impiego di pacciamatura

	<p>N. ELABORATO</p> <p>A.11</p>	<p>REV.</p> <p>1</p>	<p>FOGLIO</p> <p>71 di 85</p>
--	---------------------------------	----------------------	-------------------------------

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 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.

L'Impresa provvederà a far valutare le caratteristiche chimiche dell'acqua e a fornire i risultati alla Direzione Lavori.

### **Tappeti erbosi in strisce e zolle**

Nel caso in cui fosse necessario il rapido inerbimento delle superfici, l'Impresa dovrà fornire zolle e/o strisce erbose costituite con le specie prative richieste nei documenti d'appalto (es. cotico naturale, miscuglio di graminacee e leguminose, prato monospecifico, ecc.).

Prima del trasporto a piè d'opera l'Impresa dovrà sottoporre alla Direzione Lavori campioni del materiale che intende utilizzare; analogamente, nel caso che fosse richiesto del cotico naturale, l'Impresa dovrà prelevare le zolle soltanto in luoghi approvati dalla Direzione Lavori.

Le zolle erbose, a seconda delle esigenze, delle richieste e delle specie che costituiscono il prato, dovranno essere fornite in forme regolari rettangolari, quadrate o a strisce.

Al fine di non pregiudicarne la compattezza, le strisce dovranno essere consegnate arrotolate e le zolle in pallet; in ogni caso dovranno essere evitati danni dovuti alla fermentazione e alla mancata esposizione alla luce del materiale; in tal senso il materiale non dovrà essere lasciato accatastato o arrotolato.

Il materiale dovrà presentarsi completamente rivestito dalla popolazione vegetale e non dovrà presentare soluzioni di continuità.

La larghezza del materiale dovrà essere di circa 50 cm con uno spessore di 2-4 cm per raccogliere la maggior parte dell'intrico di radici delle erbe che la costituiscono e poter trattenere tutta la terra vegetale.


### **Pali tutori e legature**

Per fissare al suolo le piante arboree con altezza superiore o uguale ad 1 m l'Impresa dovrà fornire pali di sostegno (tutori) adeguati per numero, diametro ed altezza alle dimensioni delle piante. I pali tutori devono essere di legno, diritti, scortecciati, appuntiti dalla parte dell'estremità di maggior diametro.

La parte appuntita dovrà essere resa imputrescibile per un'altezza di 100 cm circa.

In alternativa, su autorizzazione della Direzione Lavori, si potrà fare uso di pali di legno industrialmentepreimpregnati di sostanze imputrescibili.

Analoghe caratteristiche d'imputrescibilità dovranno avere anche i picchetti di legno per l'eventuale bloccaggio a terra dei tutori.

	<p>N. ELABORATO</p> <p>A.11</p>	<p>REV.</p> <p>1</p>	<p>FOGLIO</p> <p>72 di 85</p>
--	---------------------------------	----------------------	-------------------------------

Le legature in filo di ferro nudo non possono essere utilizzate; dovranno invece essere impiegati specialicollari in adatto materiale elastico (cinture di gomma, nastri di plastica, ecc.), oppure corda di canapa.

### ***2.16.2 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 trituratrice 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.

 <p><b>GTE</b> ingegneria civile</p>	<p>N. ELABORATO</p> <p>A.11</p>	<p>REV.</p> <p>1</p>	<p>FOGLIO</p> <p>73 di 85</p>
--	---------------------------------	----------------------	-------------------------------

### **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'aerazione 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.

### **Trasporto del materiale vivaistico**

Il trasporto del materiale vivaistico deve essere effettuato con tutte le precauzioni necessarie, affinché giunga sul luogo d'impiego nelle migliori condizioni.

Il tempo intercorrente fra il prelievo in vivaio e la messa a dimora deve essere il più breve possibile e anche in questo caso devono comunque essere prese tutte le precauzioni necessarie per la conservazione delle piante e per evitare traumi o disseccamenti, nonché danni da gelo.

### **Preparazione del materiale vivaistico prima della messa a dimora**

Prima della messa a dimora le eventuali piccole e limitate lesioni del tronco dovranno essere curate

nei modipiù opportuni.

Per il materiale da fornirsi a radice nuda occorre sottoporre le radici ad una moderata potatura, in modo tale da eliminare quelle lesionate, disseccate, morte o contorte, rinnovare e migliorare i tagli eseguiti in vivaio e asportare il fittone (se presente) eseguendo in tutti i casi tagli netti su tessuti sani.

Nel caso che il materiale sia fornito in contenitori o in zolla, è necessario rimuovere i contenitori o gli eventuali involucri della zolla, eliminare le radici danneggiate o malformate e rimuovere parte del suolo periferico del pane di terra per consentire un miglior contatto fra lo stesso ed il terreno di riempimento della buca.

### **Messa a dimora del materiale vivaistico**

Le buche per l'impianto del materiale vivaistico devono essere predisposte prima dell'arrivo del materiale stesso ed avere le dimensioni indicate nel progetto.

Nelle buche predisposte per la messa a dimora di piante arboree con altezza superiore o uguale a 1,00 m, e prima del loro posizionamento, andranno collocati i tutori. Il tutore deve affondare di almeno 0,30 m oltre il fondo della buca. In rapporto alla pianta il tutore deve essere posto in direzione opposta al vento dominante. Per piante arboree con altezza superiore o uguale a 3,00 m, in funzione del volume della chioma, può rendersi necessaria un'armatura formata da più paletti, opportunamente controventati alla base con ulteriori paletti infissi saldamente nel terreno e sporgenti circa 0,20 m dal livello del terreno.

Qualora si dovessero presentare problemi di natura particolare (mancanza di spazio, esigenze estetiche, ecc.) i pali di sostegno, su autorizzazione della Direzione Lavori, potranno essere sostituiti con ancoraggi in corda d'acciaio muniti di tendifilo.


Sul fondo della buca aperta per la messa a dimora di ciascuna delle categorie di cui si compone il materiale vivaistico, dovrà quindi essere posto del terreno vegetale, con l'esclusione di ciottoli e/o di materiali comunque impropri per la vegetazione, sul quale sarà sistemato l'apparato vegetale. Tutte le categorie di materiale vivaistico devono essere collocate nella buca in modo tale che il colletto si trovi a livello del fondo della conca d'irrigazione. Il terreno da utilizzare per il definitivo riempimento della buca, dovrà essere mescolato con un adeguato quantitativo di concimi minerali complessi, del tipo azotati a lenta cessione o ritardati e concime organico, o torba nei quantitativi necessari.

La compattazione del terreno di riempimento dovrà essere eseguita con cura e per strati successivi in modo da non danneggiare le radici, non squilibrare la pianta, che deve restare dritta e non creare sacche d'aria. Laterra al piede della pianta va inoltre sistemata in modo tale da formare intorno al colletto una piccola conca (formella) d'irrigazione.

Per favorire il compattamento del terreno di riempimento ed il perfetto assestamento dello stesso attorno alle radici, si dovrà irrigare abbondantemente la pianta messa a dimora attraverso l'apposita conca. Come indicazioni di massima, la quantità d'acqua necessaria alle diverse categorie di soggetti vegetali, per questo tipo d'irrigazione, sono le seguenti:

<b>Tipologia vegetale</b>	<b>altezza del materiale</b>	<b>volume di acqua / individuo</b>
alberi	oltre i 3,00 m	35 - 50 l
alberi	fino a 3,00 m	10 - 15 l
piantine forestali, arbusti	-	5 - 8 l

Le legature fra la pianta arborea e il tutore dovranno essere disposte in modo che attraverso la loro azione, il tutore serva d'appoggio alle piante. La legatura più alta va quindi disposta di norma a circa 0,20 m al di sotto delle prime ramificazioni, la più bassa ad un metro dal suolo. Per evitare danni alla corteccia è indispensabile interporre, fra tutore e fusto, un idoneo cuscinetto antifrizione in materiale adatto. A livello della chioma dovranno essere eliminati i rametti danneggiati, troppo deboli, molto vicini, avendo cura di stabilire un equilibrio tra la porzione aerea e quella radicale ed eseguendo un taglio di formazione della chioma, in

	<p>N. ELABORATO</p> <p>A.11</p>	<p>REV.</p> <p>1</p>	<p>FOGLIO</p> <p>75 di 85</p>
--	---------------------------------	----------------------	-------------------------------

modo da conferire la forma desiderata rispettando l'habitus naturale della specie. Dopo il trapianto, la pianta deve risultare ben ferma così da poter radicare regolarmente senza il pericolo di rottura delle radici sottili di nuova formazione.

### **Impianto di tappeti erbosi e/o zolle**

Prima della messa a dimora dei tappeti erbosi l'Impresa deve preparare un adeguato letto di posa per il tappeto stesso.

Il terreno dovrà essere lavorato per una profondità di almeno 15 cm, debitamente liberato da qualsiasi materiale di rifiuto (pietrame, cocci, radici, ecc.) e dovrà risultare finemente sminuzzato ed opportunamente livellato.

Contemporaneamente a tali lavorazioni l'Impresa dovrà effettuare la somministrazione di almeno 5 q/ha di concime ternario (N - P - K) a titolo 10 - 10 - 15.

Il materiale, sia esso in strisce che in zolle, dovrà essere disposto a file, con giunti sfalsati tra fila e fila, in modo da non presentare soluzioni di continuità fra striscia e striscia o fra zolla e zolla; in tal senso l'Impresa dovrà provvedere allo spandimento di un'opportuna quantità di terriccio (composto con terra di coltivo, sabbia e torba) al fine di sigillare il tappeto erboso nei punti di giunzione, compattando il tutto con battitura o rullatura così da risultare perfettamente assestato.

Inoltre l'Impresa, a seconda dell'epoca d'impianto e a prescindere dall'andamento stagionale, dovrà provvedere ad un'abbondante irrigazione d'impianto, assicurando un minimo di 20-25 l/m<sup>2</sup> così da ottenere un completo assestamento del tappeto posto in opera.

### **Semine di prati**

La realizzazione del manto erboso potrà essere eseguita con metodo secco (semina manuale o meccanica) o con metodo umido (idrosemina 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

	<p>N. ELABORATO</p> <p>A.11</p>	<p>REV.</p> <p>1</p>	<p>FOGLIO</p> <p>76 di 85</p>
--	---------------------------------	----------------------	-------------------------------

d'idrosemiatrice 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'irora 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 prelievo 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.

## 2.17 BARRIERE DI SICUREZZA

Le barriere di sicurezza in acciaio verranno installate lungo tratti saltuari dei cigli della piattaforma stradale secondo le disposizioni D.M. in data 21 Giugno 2004. e D.M. del 28 giugno 2011.

I parapetti metallici verranno installati in corrispondenza dei cigli dei manufatti. Le caratteristiche predette saranno verificate dalla D.L. con la marchiatura CE..

Le prove dovranno essere state effettuate presso i campi prova dotati di certificazione.

La predetta documentazione dovrà essere consegnata alla D.L. preventivamente all'inizio di tali lavori. Tutte le barriere dovranno essere identificate con il nome del produttore. I materiali e le lavorazioni necessarie saranno rispondenti alle specifiche tecniche del Capitolato Speciale ed ai disegni di progetto allegati al Contratto di appalto. I controlli, le verifiche e gli accertamenti, eseguiti in contraddittorio con la Direzione Lavori e l'Appaltatore, sono mirati all'accertamento della rispondenza delle opere eseguite a quanto previsto e stabilito in progetto.

## 2.18 SEGNALETICA VERTICALE E ORIZZONTALE

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.

### 2.18.1 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: 2008.



### ***2.18.2 Segnaletica verticale***

I segnali verticali devono essere conformi a quanto indicato nel Regolamento del Nuovo codice della stradae 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.

<b>Segnale</b>	<b>Colore</b>		
Segnali di pericolo e prescrizione	Bianco, blu, rosso, nero, giallo, verde e grigio		
<b>Segnale</b>	<b>Colore fondo</b>	<b>Colore scritte</b>	<b>Colore simboli</b>
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 12899-1:2008.

#### **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.

	<p>N. ELABORATO</p> <p>A.11</p>	<p>REV.</p> <p>1</p>	<p>FOGLIO</p> <p>78 di 85</p>
--	---------------------------------	----------------------	-------------------------------

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:

	N. ELABORATO					REV.	FOGLIO
	A.11					1	79 di 85

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

### **Posizione dei segnali di indicazione**

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>^</sup>3 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 12767:2019 e UNI EN 12899-1:2008, UNI EN 1090-2:2018 (per strutture in acciaio e alluminio) e NTC 17 Gennaio 2018

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


### ***2.18.3 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.

	<p>N. ELABORATO</p> <p>A.11</p>	<p>REV.</p> <p>1</p>	<p>FOGLIO</p> <p>80 di 85</p>
--	---------------------------------	----------------------	-------------------------------

### **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.

### **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

	<p>N. ELABORATO</p> <p>A.11</p>	<p>REV.</p> <p>1</p>	<p>FOGLIO</p> <p>81 di 85</p>
--	---------------------------------	----------------------	-------------------------------

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.

## **2.19 IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA**


Nel progetto sono previsti i seguenti interventi:

- spostamento di due pali di illuminazione in prossimità del ponte su torrente Ongina e conseguente ricollocamento con aggiunta di doppio sbraccio oltre a quello lato strada per illuminazione della retrostante passerella ciclopedonale
- realizzazione illuminazione della passerella ciclopedonale con apparecchio lineare a led inglobato nella struttura

I nuovi pali saranno sostenuti da plinti, previsti prefabbricati in c.a.v. con dimensioni 1x1x1 m allocati tra strada e ciclopedonale secondo gli elaborati di progetto.

Sugli elaborati di progetto sono riportate le caratteristiche minime sui materiali richieste dal gestore dell'impianto d'illuminazione. Si rimanda ad eventuali indicazioni ulteriori dello stesso ente, il quale dovrà essere sempre contattato per lavorazioni che interessino o siano anche soltanto in prossimità di impianti al fine di concordare le lavorazioni.

L'impresa non dovrà assolutamente compiere azioni di stacco di alimentazione dalla rete di propria iniziativa, in quanto potrebbe generare guasti all'impianto, ma dovrà interfacciarsi con il gestore per tali operazioni

	<p>N. ELABORATO</p> <p>A.11</p>	<p>REV.</p> <p>1</p>	<p>FOGLIO</p> <p>82 di 85</p>
--	---------------------------------	----------------------	-------------------------------

### 3 NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

La misurazione delle opere da realizzare “a corpo” viene effettuata iscrivendo nel libretto delle misure la quota percentuale eseguita di ciascuna aliquota relativa ai gruppi di lavorazione omogenee di cui al Progetto Esecutivo.

Sia per i lavori compensati a corpo, sia per quelli che eventualmente verranno compensati a misura in corso d'opera, l'Appaltatore ha l'onere contrattuale di predisporre in dettaglio tutti i disegni contabili delle opere realizzate e delle lavorazioni eseguite con l'indicazione (quote, prospetti e quant'altro necessario) delle quantità, parziali e totali, nonché con l'indicazione delle relative operazioni aritmetiche e degli sviluppi algebrici necessari alla individuazione delle quantità medesime, di ogni singola categoria di lavoro attinente l'opera o la lavorazione interessata.

Detti disegni contabili, da predisporre su supporto informatico e - in almeno duplice copia - su supporto cartaceo, saranno obbligatoriamente consegnati tempestivamente alla Direzione Lavori per il necessario e preventivo controllo e verifica, da effettuare sulla base delle misurazioni eseguite in contraddittorio con l'Appaltatore, durante l'esecuzione dei lavori.

Tale documentazione contabile è indispensabile per la predisposizione degli Stati di Avanzamento Lavori e per l'emissione delle relative rate di acconto, secondo quanto stabilito in merito per i pagamenti. La suddetta documentazione contabile resterà di proprietà dell'Amministrazione committente.

Tutto ciò premesso e stabilito, si precisa che:

- i lavori da compensare “a corpo” saranno controllati in corso d'opera attraverso le misure geometriche, o a peso, o a numero, rilevate dalla Direzione dei Lavori in contraddittorio con l'Appaltatore e, quindi, confrontate con le quantità rilevabili dagli elaborati grafici facenti parte integrante ed allegati al Contratto di Appalto. Per la predisposizione degli Stati di Avanzamento Lavori e per l'emissione delle relative rate d'acconto, il corrispettivo da accreditare nei S.A.L. è la parte percentuale del totale del prezzo a corpo risultante da tale preventivo controllo, effettuato a misura, oltre le prescritte trattenute di Legge e le eventuali risultanze negative (detrazioni) scaturite a seguito del Collaudo in corso d'opera. A completamento avvenuto di tutte le opere a corpo, risultante da apposito Verbale di constatazione redatto in contraddittorio con l'Appaltatore, la Direzione dei Lavori provvederà, con le modalità suddette, al pagamento del residuo, deducendo le prescritte trattenute di Legge e le eventuali risultanze negative scaturite dalle operazioni e dalle verifiche effettuate dalla Commissione di Collaudo in corso d'opera.
- gli eventuali lavori compensati “a misura” saranno liquidati secondo le misure geometriche, o a numero, o a peso, così come rilevate dalla Direzione dei Lavori, in contraddittorio con l'Appaltatore, durante l'esecuzione dei lavori;


#### 3.1 CRITERI DI MISURA

##### 3.1.1 *Movimenti terra e pavimentazione*

SCAVI DI SBANCAMENTO Comprendono:

- apertura della sede stradale e relativo cassonetto;
- bonifica del piano di posa dei rilevati oltre la profondità di 20 cm;
- formazione o l'approfondimento di cunette, fossi e canali;
- impianto di opere d'arte;

essi sono eseguiti anche a campioni di qualsiasi lunghezza, a mano o con mezzi meccanici, in materie di qualunque natura e consistenza salvo quelle definite dai prezzi particolari dell'Elenco, asciutte o bagnate, compresi i muri a secco od in malta di scarsa consistenza, compreso le rocce tenere da piccone, ed i trovantanche di roccia dura inferiori a mc 1,00 ed anche in presenza d'acqua, escluso l'onere di sistemazione a gradoni delle scarpate per ammorsamento di nuovi rilevati; compreso l'onere della riduzione del materiale dei trovanti di dimensione inferiore ad 1 mc alla pezzatura di cm 20 per consentire il reimpiego a rilevato,

 <p><b>GTE</b> ingegneria civile</p>	<p>N. ELABORATO</p> <p>A.11</p>	<p>REV.</p> <p>1</p>	<p>FOGLIO</p> <p>83 di 85</p>
--	---------------------------------	----------------------	-------------------------------

compresi il carico e l'allontanamento del materiale di risulta.

La misurazione degli Scavi di Sbiancamento e dei Rilevati sarà effettuata con il metodo delle sezioni raggugliate. All'atto della consegna dei lavori l'Impresa eseguirà, in contraddittorio con la D.L., il controllo delle quote nere delle sezioni trasversali e la verifica delle distanze fra le sezioni stesse, distanze misurate sull'asse di progetto. In base a tali rilievi ed a quelli da praticarsi ad opera finita od a parti di essa purché finite, con riferimento alle sagome delle sezioni tipo ed alle quote di progetto, sarà determinato il volume degli scavi e dei rilevati eseguiti.

Resta inteso che, sia in trincea sia in rilevato, la sagoma rossa delimitante le aree di scavo o di riporto è quella che segue il piano di banchina, il fondo cassonetto sia della banchina di sosta che della carreggiata e del piazzale, come risulta dalla sezione tipo.

Unità di misura m<sup>3</sup>

#### PREPARAZIONE PIANO DI POSA DEI RILEVATI comprendono:

Preparazione Piano di posa dei Rilevati compreso lo scavo di scorticamento per una profondità media di cm 20, previo taglio degli alberi e dei cespugli, estirpazione ceppaie carico, trasporto a rifiuto od a reimpiego delle materie di risulta anche con eventuale deposito e ripresa, compattamento del fondo dello scavo fino a raggiungere la densità prescritta, il riempimento dello scavo ed il compattamento dei materiali all'uopo impiegati fino a raggiungere le quote del terreno preesistente ed il costipamento prescritto compreso ogni onere. Con l'impiego di materiali idonei provenienti da cave di prestito e/o dagli scavi.

La misurazione verrà effettuata, calcolando l'impronta geometrica effettiva del rilevato sul terreno.

Unità di misura m<sup>2</sup>

**REALIZZAZIONE RILEVATI STRADALI Sistemazione in Rilevato o in Riempimento** utilizzando materiali idonei provenienti sia dagli scavi che dalle cave di prestito, realizzata secondo le prescrizioni delle Norme Tecniche; Compresa la sagomatura e profilatura dei cigli, delle banchine e delle scarpate, rivestita con terra vegetale, compresa ogni lavorazione ed onere per dare il rilevato a perfetta regola d'arte. La misurazione verrà effettuata, secondo il metodo delle sezioni raggugliate, in base a rilievi eseguiti, prima e dopo i relativi lavori. Unità di misura m<sup>3</sup>

**STABILIZZAZIONE E SISTEMAZIONE DI TERRENI CON USO DI CALCE O CEMENTO** Stabilizzazione e sistemazione di terreni con uso di Calce o Cemento compreso l'onere della fornitura del legante da dosare, secondo quanto prescritto nelle Norme Tecniche. La misurazione verrà effettuata calcolando con metodo geometrico le opere realizzate oggetto del trattamento. Unità di misura m<sup>3</sup>

**TRASPORTI A DISCARICA O DA CAVA DI PRESTITO** I trasporti a Discarica o da Cava di Prestito sono inclusi nei singoli articoli di Elenco Prezzi, fino ad una distanza massima di 5 km dal perimetro del lotto. Oltretale distanza viene applicato il relativo sovrapprezzo da Elenco Prezzi, valutato per ogni metro cubo e per ogni km eccedente i primi 5 km. Unità di misura m<sup>3</sup>

**DEMOLIZIONE DI MURATURE** Demolizione di Murature di qualsiasi genere, entro e fuori terra e delle strutture in C.A. La misurazione verrà computata misurando geometricamente l'effettivo volume dei manufatti interessati dalla demolizione, senza conteggiare i vuoti di area maggiori di 1,00 mq. Unità di misura m<sup>3</sup>

**DEMOLIZIONE INTEGRALE DI FABBRICATI E DI STRUTTURE IN C.A.** Demolizione Integrale di Fabbricati e di Strutture in C.A. e C.A.P. di qualsiasi genere, entro e fuori terra. La misurazione verrà computata conteggiando i volumi, calcolati vuoto per pieno, misurati geometricamente dal filo delle pareti esterne e della copertura, con esclusione di balconi, aggetti, sporgenze o simili. Unità di misura m<sup>3</sup>



DEMOLIZIONE DI SOVRASTRUTTURA STRADALE Demolizione di Sovrastruttura Stradale comprese le pavimentazioni, da eseguirsi anche in presenza di traffico, la frantumazione del materiale demolito per poterlo adoperare per altri usi stradali, quali le fondazioni e sottofondazioni. La misurazione verrà computata misurando geometricamente lo spessore del materiale da rimuovere misurato per la superficie interessata alla demolizione. Unità di misura m<sup>3</sup>

### **3.1.2 Conglomerati cementizi**

I conglomerati cementizi, sia di fondazione che di elevazione, armati o semplici, normali o precompressi, saranno computati a volume, con metodi geometrici, secondo i corrispondenti tipi e classi, in base alle prescrizioni di cui alle presenti Norme Tecniche. Le misurazioni di controllo, che saranno effettuate sul vivo (dedotti i vani o i materiali di diversa natura presenti nei suddetti conglomerati, dovranno essere contabilizzati con i relativi articoli di cui all'Elenco Prezzi. In ogni caso, non saranno dedotti:

- i volumi del ferro di armatura;
- i volumi dei cavi per la precompressione;
- i vani di volume minore o uguale a 0,20 m<sup>3</sup> ciascuno, intendendosi compreso l'eventuale maggiore magistero richiesto, anche per la formazione di feritoie regolari e disposte regolarmente


Si specifica, inoltre, che gli articoli di Elenco Prezzi comprendono tutti gli oneri descritti nelle presenti Norme Tecniche, con particolare riferimento a:

- la fornitura a piè d'opera di tutti i materiali occorrenti (aggregati, acqua, aggiunte minerali, additivi, acceleranti, ritardanti, leganti, ecc.);
- la mano d'opera;
- i ponteggi e le impalcature;
- le attrezzature ed i macchinari per la confezione;
- la sistemazione delle carpenterie e delle armature metalliche;
- l'esecuzione dei getti da realizzare senza soluzione di continuità, in modo da evitare ogni ripresa, impiegando anche manodopera su più turni ed in giornate festive (ove necessario);  l'eventuale esaurimento dell'acqua nei casseri;
- la vibrazione;
- la predisposizione di fori, tracce, cavità, ammorsature, ecc.;
- il taglio di filo, chiodi, reggette con funzione di legatura di collegamento dei casseri con la sigillatura degli incavi e la regolarizzazione delle superfici nel getto;
- la necessità di coordinare le attività, qualora l'Appaltatore dovesse affidare i lavori di protezione superficiale dei conglomerati cementizi a ditte specializzate;
- le prove ed i controlli, con la frequenza indicata nelle presenti Norme Tecniche, ovvero prescritta dalla Direzione Lavori e, infine, quant'altro occorra per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte

Non sono compresi negli articoli di cui sopra gli oneri per:

- le casseforme, salvo quanto diversamente specificato nelle voci di elenco Prezzi;
- le centinature e le armature di sostegno delle casseforme, salvo quelle per getti di luce retta inferiore a quanto indicato nei relativi articoli di elenco Prezzi.

I suddetti articoli verranno contabilizzati con i relativi articoli di Elenco Prezzi. Si prevede, inoltre, che nel caso di sospensione dei getti per effetto di un abbassamento della temperatura atmosferica ordinata dalla Direzione Lavori, l'Impresa non avrà diritto ad alcun risarcimento, come pure non potrà richiedere alcun compenso per particolari accorgimenti da adottarsi nel caso di esecuzione dei getti a basse temperature.

 <p><b>GTE</b> ingegneria civile</p>	<p>N. ELABORATO</p> <p>A.11</p>	<p>REV.</p> <p>1</p>	<p>FOGLIO</p> <p>85 di 85</p>
--	---------------------------------	----------------------	-------------------------------

### **3.1.3 Casseforme**

Le casseforme saranno contabilizzate a parte, solo per quanto sia esplicitamente indicato negli articoli di Elenco Prezzi; i suddetti articoli comprendono tutti gli oneri, le forniture e le prestazioni relative a materiali, mano d'opera, noli, armo, disarmo, sfrido, trasporti, disarmanti, ecc. In particolare, le casseforme saranno computate in base allo sviluppo delle facce interne a contatto del conglomerato cementizio, ad opera finita. Le armature di sostegno verranno contabilizzate a parte, solo per quanto sia esplicitamente indicato negli articoli di Elenco Prezzi, che comprendono tutti gli oneri, le forniture e le prestazioni relative a materiali, mano d'opera, noli, armo, disarmo, sfrido, trasporti, disarmanti, ecc., necessari per la loro esecuzione.

### **3.1.4 Acciaio per c.a.**

L'acciaio in barre per armatura di conglomerati cementizi normali sarà computato in base al peso teorico dei vari diametri nominali indicati nei progetti esecutivi, trascurando le quantità superiori alle indicazioni di progetto, le legature, gli eventuali distanziatori e le sovrapposizioni per le giunte non previste o non necessarie, intendendosi come tali anche quelle che collegano barre di lunghezza inferiore a quella commerciale. Il peso degli acciai sarà determinato con metodo analitico, misurando lo sviluppo teorico di progetto di ogni barra e moltiplicando per la corrispondente massa lineare nominale di progetto. Relativamente al peso di trefoli o trecce di acciaio per le strutture in conglomerato cementizio precompresso, questo sarà determinato moltiplicando il loro sviluppo teorico (compreso tra le facce esterne degli apparecchi di appoggio) per il peso dell'unità di misura determinato mediante pesatura. Il peso dell'acciaio in barre per calcestruzzi precompressi sarà determinato moltiplicando lo sviluppo teorico di progetto delle barre (compreso tra le facce esterne degli apparecchi di ancoraggio) per il peso unitario della barra, calcolato in funzione del diametro nominale e della massa volumica dell'acciaio, pari a 7,85 kg/dm<sup>3</sup>. Per quanto concerne, infine, il peso dell'acciaio per le strutture in conglomerato cementizio armato precompresso sia con il sistema a fili aderenti che con il sistema a cavi scorrevoli, questo sarà determinato moltiplicando lo sviluppo teorico di progetto dei cavi (compreso tra le facce esterne degli apparecchi di bloccaggio) per il numero dei fili ovvero dei fili componenti il cavo per il peso unitario dei fili stessi, calcolato in funzione del diametro nominale e della massa volumica dell'acciaio, pari a 7,85 kg/dm<sup>3</sup>. Si evidenzia, inoltre, come l'articolo di Elenco Prezzi dell'acciaio per strutture in conglomerato cementizio armato precompresso comprenda la fornitura dell'acciaio, nonché la fornitura e la posa in opera dei materiali e dispositivi necessari alla realizzazione dei diversi tipi di sistemi di precompressione sopra citati, nonché tutti gli oneri necessari per dare l'acciaio in opera in perfetta regola d'arte.