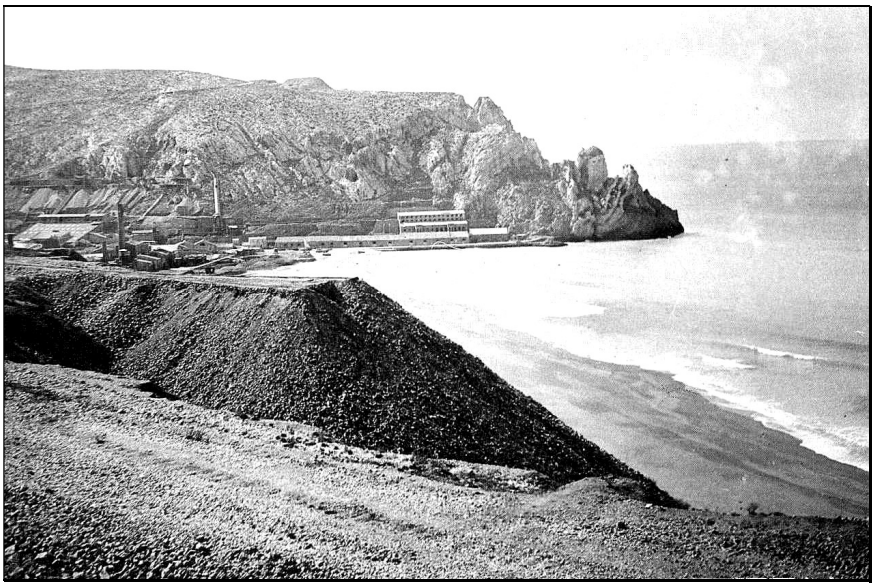
COMUNE DI BUGGERRU



*INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DELLE DISCARICHE PRESENTI IN PROSSIMITÀ DELLA SPIAGGIA DI BUGGERRU E MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE DELLE VECCHIE DIGHE STERILI A RIDOSSO DELL'AREA PORTUALE*

PROGETTO DEFINITIVO

# DISCIPLINARE TECNICO PRESTAZIONALE


| | |
|---|---|
| *SDG*<br>*Studio Di Geologia*<br>*Dott. Geol. Franco Cherchi*<br>*Via Malpighi n 1 – Iglesias*<br>*Tel 078124009*<br>*e-mail francocherchi2015@gmail.com* | *SDI*<br>*Studio Di Ingegneria*<br>*Dott. Ing. Salvatore Angelo Figus*<br>*Via Giusti n 10 – Iglesias*<br>*Tel 07811986250*<br>*e-mail angelo.figus@gmail.com* |


OTTOBRE 2018

**INDICE**


CAPO I - NORME GENERALI PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI 1

Art. 2.1 Lavori di riprofilatura discarica 2
Art. 2.1.1 Generalità 2
Art. 2.1.2 Decespugliamento 2
Art. 2.1.2.1 Modalità esecutive 2
Art. 2.1.3 Disboscamento 2
Art. 2.1.3.1 Modalità esecutive 2
Art. 2.1.3.2 Modalità esecutive 3
Art. 2.2 Movimenti terra - Scavi 3
Art. 2.2.1 Generalità 3
Art. 2.2.2 Modalità esecutive 4
Art. 2.3 Demolizioni 4
Art. 2.3.1 Generalità 4
Art. 2.3.2 Modalità esecutive 5
Art. 2.4 Formazione di rilevati 5
Art. 2.4.1 Generalità 5
Art. 2.4.2 Caratteristiche dei materiali 5
Art. 2.4.3 Modalità esecutive 5
Art. 2.4.4 Prove di accettazione e controllo 6
Art. 2.5 Opere di protezione spondale 7
Art. 2.5.1 Scogliere in massi naturali o artificiali 7
Art. 2.5.1.1 Generalità 7
Art. 2.5.1.2 Modalità esecutive 7
Art. 2.5.1.3 Prove di accettazione e controllo 8
Art. 2.6 Geosintetici e geocompositi 8
Art. 2.6.1 Geotessili in tessuto non tessuto 8
Art. 2.6.1.1 Generalità 8
Art. 2.6.1.2 Caratteristiche dei materiali 8
Art. 2.6.1.3 Modalità esecutive 10
Art. 2.6.1.4 Prove di accettazione e controllo 10
Art. 2.6.2 Geogliglie 10
Art. 2.6.2.1 Generalità 10
Art. 2.6.2.2 Caratteristiche dei materiali 10
Art. 2.6.2.3 Modalità esecutive 11
Art. 2.6.2.4 Prove di accettazione e controllo 11
Art. 2.6.3 Geocomposito bentonitico 11
Art. 2.6.3.1 Generalità 11
Art. 2.6.3.2 Modalità esecutive 12
Art. 2.7 Opere di consolidamento del versante della discarica non riprofilato 12
Art. 2.7.1.1 rete metallica a doppia torsione 12
Art. 2.7.1.2 Funi in acciaio 13
Art. 2.7.1.3 Ancoraggi in barre di acciaio a filetto continuo 13
Art. 2.7.1.4 Rivestimento con pannelli in fune alta resitenza 13
Art. 2.7.1.5 Piastre di ripartizione e di controspinta 13
Art. 2.7.1.6 Inghisaggi e iniezioni 14
Art. 2.8 Opere in conglomerato cementizio armato 14
Art. 2.8.1 Generalità 14
Art. 2.8.2 Calcestruzzo 14
Art. 2.8.2.1 Caratteristiche dei materiali 14
Art. 2.8.2.2 Modalità esecutive 18
Art. 2.8.2.3 Prove di accettazione e controllo 22

Art. 2.8.3 Casseforme 23
Art. 2.8.3.1 Caratteristiche dei materiali 23
Art. 2.8.3.2 Modalità esecutive 23
Art. 2.8.4 Armature 24
Art. 2.8.4.1 Caratteristiche dei materiali 24
Art. 2.8.4.2 Modalità esecutive 24
Art. 2.8.4.3 Prove di accettazione e controllo 25
Art. 2.9 Impianto smaltimento acque meteoriche 25
Art. 2.10 Diaframmi in c.a. 28
Art. 2.10.1 Generalità' 28
Art. 2.10.2 Normativa di riferimento 29
Art. 2.10.3 Diaframmi in cemento armato 29
Art. 2.10.4 Tolleranze geometriche 29
Art. 2.10.5 Preparazione dei piani di lavoro 30
Art. 2.10.6 Materiali 31
Art. 2.11 Pavimentazioni 34
Art. 2.11.1 Generalità 34
Art. 2.11.2 Fondazioni in misto granulare 35
Art. 2.11.2.1 Generalità 35
Art. 2.11.2.2 Modalità esecutive 35
Art. 2.11.3 Strati di base 36
Art. 2.11.3.1 Generalità 36
Art. 2.12 Opere in verde 36
Art. 2.12.1 Generalità 36
Art. 2.12.2 Garanzia d'attecchimento 36
Art. 2.12.3 Preparazione del terreno 36
Art. 2.12.3.1 Caratteristiche dei materiali 36
Art. 2.12.4 Semine 37
Art. 2.12.4.1 Caratteristiche dei materiali 37
Art. 2.12.4.2 Modalità esecutive 37
Art. 2.12.4.3 Prove di accettazione e controllo 38
CAPO II - MODALITÀ DI MISURAZIONE 40
Art. 2.13 Movimenti di terra 40
Art. 2.14 Formazione di rilevati 41
Art. 2.15 Opere di protezione spondale in massi naturali 41
Art. 2.16 Opere di consolidamento del versante della discarica non riprofilato 42
Art. 2.17 Opere in cemento armato 44
Art. 2.18 Casserature per strutture in calcestruzzo semplice o armato 44
Art. 2.19 Ferro per c.a. in barre ad aderenza migliorata B450C 44
Art. 2.20 Messa in sicurezza permanente mediante realizzazione di platea in c.a. 44
Art. 2.20.1 Costruzione di cassonetto con regolarizzazione e rullatura del fondo 44
Art. 2.20.2 Getti in c.a. 45
Art. 2.21 Manufatti 45
Art. 2.22 Lavori in metallo 45
Art. 2.23 Condotte 45
Art. 2.24 Diaframmi in c.a. 45
Art. 2.24.1 Diaframmi 46

**NORME TECNICHE**

## CAPO I - Norme generali per l'esecuzione dei lavori

a) Generalità

L'Impresa è tenuta alla scrupolosa osservanza delle norme contenute nel presente Capitolato e di quanto altro prescritto nei documenti di progetto.

Nell'esecuzione dei lavori l'Impresa è altresì obbligata ad osservare ed a far osservare dal proprio personale tutte le norme antinfortunistiche e sulla sicurezza del lavoro vigenti all'epoca dell'appalto, nonché quelle specificatamente indicate nel piano di sicurezza e coordinamento.

L'Impresa è diretta ed unica responsabile di ogni conseguenza negativa, sia civile che penale, derivante dalla inosservanza o dalla imperfetta osservanza delle norme di cui ai precedenti commi.

All'atto della consegna dei lavori l'Appaltatore procederà in contraddittorio con l'Ufficio di Direzione Lavori al tracciamento con metodi topografici di sezioni trasversali e/o profili longitudinali, dei limiti degli scavi e dei rilevati e di tutte le opere d'arte previste in base ai disegni di progetto ed ai capisaldi e riferimenti che verranno indicati dall'Ufficio di Direzione Lavori.

b) Ordine da tenersi nell'avanzamento lavori

L'Impresa ha la facoltà di sviluppare i lavori nel modo che crederà più opportuno per darli perfettamente compiuti nel termine stabilito dal programma esecutivo dei lavori e nel termine contrattuale, purché esso, a giudizio dell'Ufficio di Direzione Lavori, non riesca pregiudizievole alla buona riuscita delle opere ed agli interessi dell'Amministrazione.

Tuttavia, l'Amministrazione ha diritto di prescrivere l'esecuzione ed il compimento di determinati lavori entro un ragionevole termine, anche in difformità rispetto alle indicazioni del citato programma, specialmente in relazione ad esigenze di ordine od interesse pubblico, senza che l'Impresa possa rifiutarsi ed avanzare pretese di particolari compensi.

L'Impresa dovrà provvedere, durante l'esecuzione dei lavori, a mantenere pulite le aree di lavoro, di manovra, di passaggio, o di deposito temporaneo; è altresì obbligata, al termine dei lavori, a riportarle nelle condizioni che le caratterizzavano prima dell'inizio dei lavori. Tali oneri sono inglobati nei prezzi di elenco.

c) Lavori eseguiti ad iniziativa dell'Impresa

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

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

d) Preparazione dell'area di cantiere e dei lavori

Prima che abbia luogo la consegna dei lavori, l'Impresa dovrà provvedere a sgombrare la zona, dove essi dovranno svolgersi, dalla vegetazione boschiva ed arbustiva eventualmente esistente e

procedere alla demolizione parziale o totale di quelle costruzioni e manufatti che verranno indicati dall'Ufficio di Direzione Lavori. Sono compresi nei prezzi di elenco gli oneri per la formazione del cantiere e per l'esecuzione di tutte le opere a tal fine occorrenti, compresi gli interventi necessari per l'accesso al cantiere, per la sua recinzione e protezione e quelli necessari per mantenere la continuità delle comunicazioni, degli scoli, delle canalizzazioni e delle linee telefoniche, elettriche e del gas esistenti.
Restano a carico dell'Impresa gli oneri per il reperimento e per le indennità relativi alle aree di stoccaggio e deposito temporaneo e/o definitivo delle attrezzature di cantiere, dei materiali e delle apparecchiature di fornitura e dei materiali di risulta.

## Art. 2.1 Lavori di riprofilatura discarica

### *Art. 2.1.1 Generalità*

I lavori descritti in questo capitolo riguardano le operazioni di stabilizzazione del profilo della discarica e comprendono in particolare interventi di decespugliamento, e riprofilatura delle sponde.
I lavori andranno eseguiti secondo le indicazioni riportate nei disegni di progetto o in base alle prescrizioni date di volta in volta dall'Ufficio di Direzione Lavori. L'Impresa dovrà assolutamente evitare che il materiale di scavo cada in acqua.

### *Art. 2.1.2 Decespugliamento*

#### Art. 2.1.2.1 *Modalità esecutive*

I lavori di decespugliamento andranno prevalentemente eseguiti con mezzo meccanico, cingolato o gommato, dotato di braccio adeguato alle lavorazioni richieste ed opportunamente munito di apparato falciante conforme alle vigenti disposizioni di legge, l'intervento sarà completato a mano.
Dovranno essere completamente eliminati i cespugli, i rampicanti, gli arbusti e gli alberelli il cui tronco abbia diametro inferiore a 15 cm, se necessario con due passate in senso opposto della ruspa, oppure con una sola passata e con la presenza di un manovale incaricato di tagliare le piante piegate dalla ruspa.
La sterpaglia rimossa andrà poi ripulita dal terriccio, allontanata dall'area di lavoro e bruciata o portata a rifiuto.
Terminate le operazioni di decespugliamento, il terreno andrà opportunamente regolarizzato.

### *Art. 2.1.3 Disboscamento*

#### Art. 2.1.3.1 *Modalità esecutive*

I lavori di disboscamento si riferiscono a superfici in cui vi sia elevata presenza di piante con diametro del tronco superiore a 15 cm e comprendono anche i lavori di decespugliamento descritti al paragrafo precedente.
Per quanto riguarda in particolare la rimozione delle piante, i tronchi abbattuti dovranno essere raccolti, accatastati, privati dei rami, ridotti in astoni di lunghezza commerciale e trasportati dove

indicato dell'Ufficio di Direzione Lavori. I materiali non utilizzabili dovranno essere portati a rifiuto. Durante i lavori di rimozione delle piante l'Impresa dovrà porre la massima attenzione per evitare qualunque pericolo per le persone e per le cose; l'Impresa è comunque pienamente responsabile di qualsiasi danno conseguente ai lavori di rimozione. Sfalcio e decespugliamento di rilevati arginali

### Art. 2.1.3.2 *Modalità esecutive*

I lavori andranno prevalentemente eseguiti con mezzo meccanico, cingolato o gommato, dotato di braccio adeguato alle lavorazioni richieste ed opportunamente munito di apparato falciante conforme alle vigenti disposizioni di legge; l'intervento sarà completato a mano.
La sterpaglia rimossa andrà poi ripulita dal terriccio, allontanata dall'area di lavoro e bruciata o portata a rifiuto. L'Impresa dovrà anche raccogliere e trasportare a discarica eventuali rifiuti solidi rinvenuti nell'area di intervento.

## Art. 2.2 Movimenti terra - Scavi

### *Art. 2.2.1 Generalità*

Le tipologie di scavo relative all'esecuzione di opere di sistemazione dei versanti sono individuate nel seguito.

Scavo di sbancamento

Per scavo di sbancamento si intende quello occorrente per lo spianamento del terreno su cui dovranno sorgere manufatti, per la regolarizzazione dei versanti in frana, per l'asportazione di materiali in alveo ed in generale qualsiasi scavo a sezione aperta in vasta superficie che permetta l'impiego di normali mezzi meccanici od ove sia possibile l'allontanamento delle materie di scavo, sia pure con la formazione di rampe provvisorie, che saranno eseguite a carico dell'Impresa. Saranno pertanto considerati scavi di sbancamento anche quelli che si trovino al di sotto del piano di campagna quando gli scavi stessi rivestano i caratteri sopra accennati, come ad esempio la realizzazione del cassonetto al di sotto del piano di posa dei rilevati arginali o di quello stradale. Lo scavo andrà eseguito anche in presenza di acqua e i materiali scavati, se non diversamente indicato dall'Ufficio di Direzione Lavori, andranno trasportati a discarica o accumulati in aree indicate ancora dall'Ufficio di Direzione Lavori, per il successivo utilizzo. In quest'ultimo caso, sarà onere dell'Impresa provvedere a rendere il terreno scevro da qualunque materiale vegetale o in genere estraneo per l'utilizzo previsto.

Scavi per ricalibrature d'alveo

Per scavo di ricalibratura dell'alveo si intende quello da eseguirsi per risagomare la sezione trasversale del corso d'acqua secondo i disegni di progetto. Tali operazioni andranno svolte esclusivamente per quei tratti d'alveo indicati nelle tavole progettuali. Lo scavo andrà eseguito anche in presenza di acqua e i materiali scavati, se non diversamente indicato dall'Ufficio di Direzione Lavori, andranno trasportati a discarica o accumulati in aree indicate ancora dall'Ufficio di Direzione Lavori, per il successivo utilizzo. In quest'ultimo caso, sarà onere dell'Impresa provvedere a rendere il terreno scevro da qualunque materiale vegetale o in genere estraneo per l'utilizzo previsto.

Scavi di fondazione

Si definisce scavo di fondazione lo scavo a sezione obbligata, secondo i tipi di progetto, effettuato

sotto il piano di sbancamento o sotto il fondo alveo, disposto per accogliere gli elementi di fondazione di strutture e le berme delle difese spondali in massi.
Terminata l'esecuzione dell'opera di fondazione, lo scavo che resterà vuoto dovrà essere diligentemente riempito e costipato, a cura e spese dell'Impresa, con le stesse materie scavate, sino al piano del terreno naturale primitivo.

### *Art. 2.2.2 Modalità esecutive*

L'Impresa eseguirà tutti gli scavi necessari alla realizzazione delle opere, sia a mano che a macchina, qualunque sia il tipo di materiale incontrato, tanto all'asciutto che in presenza d'acqua. Gli scavi saranno eseguiti in larghezza, lunghezza e profondità secondo quanto indicato nei disegni esecutivi o richiesto dalla Direzione Lavori.
Eventuali scavi eseguiti dall'Impresa per comodità di lavoro od altri motivi, senza autorizzazione scritta dall'Ufficio di Direzione Lavori, non saranno contabilizzati agli effetti del pagamento.
All'inizio dei lavori, l'Impresa dovrà provvedere, ove necessario, alla rimozione della vegetazione e degli apparati radicali ed al loro trasporto a rifiuto.
Gli scavi dovranno essere condotti in modo da non sconnettere e danneggiare il materiale d'imposta.
L'Impresa prenderà inoltre tutte le precauzioni necessarie per evitare gli smottamenti delle pareti dello scavo, soprattutto in conseguenza di eventi meteorologici avversi e metterà in atto tutti gli accorgimenti necessari per evitare danni alle persone ed alle opere e sarà obbligata a provvedere a suo carico alla rimozione delle eventuali materie franate. In ogni caso l'Impresa sarà l'unica responsabile per i danni alle persone ed alle opere che possono derivare da cedimenti delle pareti di scavo.
La manutenzione degli scavi, lo sgombero dei materiali eventualmente e per qualsiasi causa caduti entro gli scavi stessi sarà a totale carico dell'Impresa indipendentemente dal tempo che trascorrerà fra l'apertura degli scavi ed il loro rinterro, che potrà essere effettuato solo dopo l'autorizzazione dell'Ufficio di Direzione Lavori e con le modalità da questa eventualmente prescritte in aggiunta od in variante a quanto indicato in queste specifiche.
Le materie provenienti dagli scavi, ritenute inutilizzabili dall'Ufficio di Direzione Lavori, dovranno essere portate a rifiuto; tali materie non dovranno in ogni caso riuscire di danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private ed al libero sfogo e corso delle acque. Contravvenendo a queste disposizioni, l'Impresa dovrà a sue spese rimuovere e asportare le materie in questione.
Durante l'esecuzione dei lavori i mezzi impiegati per gli esaurimenti di acqua saranno tali da tenere a secco gli scavi.
Se l'Impresa non potesse far defluire l'acqua naturale, l'Ufficio di Direzione Lavori avrà la facoltà di ordinare, se lo riterrà opportuno, l'esecuzione degli scavi subacquei.

## Art. 2.3 Demolizioni

### *Art. 2.3.1* Generalità

Ove sia necessario, l'Impresa è obbligata ad accertare con la massima cura la struttura ed ogni elemento che deve essere demolito sia nel suo complesso, sia nei particolari in modo da conoscerne la natura, lo stato di conservazione e le tecniche costruttive.
L'Impresa potrà intraprendere le demolizioni con mezzi che crederà più opportuni previa approvazione della Direzione Lavori.
Per quanto riguarda il personale e gli attrezzi l'Impresa dovrà osservare le seguenti prescrizioni unitamente a quelle contenute nel piano di sicurezza:

a) il personale addetto alle opere di demolizione dovrà avere preparazione e pratica specifiche, sia per l'esecuzione materiale dei lavori, che per la individuazione immediata di condizioni di

pericolo;
b) l'attività del personale impiegato dovrà essere sottoposta all'autorità di un dirigente; ogni gruppo di dieci persone dovrà essere guidato e sorvegliato da un caposquadra;
c) i materiali ed ogni altro attrezzo che agisca per urto non dovranno essere impiegati qualora la stabilità delle strutture non lo consentisse;
d) si preferiranno mezzi di demolizione a percussione montati su bracci di escavatori o gru semoventi.

### *Art. 2.3.2* Modalità esecutive

La zona interessata dai lavori dovrà essere delimitata con particolare cura; in corrispondenza dei passaggi dovranno essere collocate opportune opere per proteggere i passaggi stessi.
Prima dell'inizio delle demolizioni dovranno essere interrotte le erogazioni agli impianti di elettricità, acqua, gas, ecc. esistenti nella zona dei lavori: a tal fine l'Impresa dovrà prendere direttamente accordi con le rispettive Società ed Enti eroganti.
È vietato gettare il materiale dall'alto a meno che non venga convogliato in appositi canali.
L'imboccatura superiore di detti canali dovrà essere tale che non vi possano cadere accidentalmente delle persone; ogni tronco di canale dovrà essere imboccato in quello successivo e gli eventuali raccordi dovranno essere adeguatamente rinforzati; l'ultimo tratto dovrà essere inclinato così da limitare la velocità di uscita dei materiali.
Tutti gli altri materiali di risulta per i quali non possa servire il canale andranno calati a terra con mezzi idonei e con particolare cura.
L'Impresa è tenuta a recuperare i materiali ferrosi e non, che interessano l'opera da demolire, escluso il ferro di rinforzo, quando richiesto dall'Ufficio di Direzione Lavori.
Il materiale di risulta delle demolizioni, se inutilizzabile, dovrà essere trasportato a discarica.

## Art. 2.4 Formazione di rilevati

### *Art. 2.4.1* Generalità

Le indicazioni riportate nel seguito si riferiscono ai lavori di costruzione del rilevato dell'area di abbancamento fini sia ai lavori di riprofilatura della superficie della discarica.

### *Art. 2.4.2* Caratteristiche dei materiali

Il materiale da utilizzarsi per la realizzazione degli argini sarà reperito fra il materiale scavato (in discarica e nelle altre aree di scavo), con riferimento alla classificazione contenuta nelle norme CNR UNI 10006, le terre preferibilmente da utilizzare saranno di tipo argilloso e limoso (classi A-4, A-6, A-7-6), con contenuto minimo di sabbia pari al 15% e con indice di plasticità inferiore a 25.
Il materiale posto in opera dovrà avere valori del peso in volume allo stato secco pari al 95% del peso di volume secco ottenuto nella prova di compattazione Proctor normale con tolleranza di +/- 1%; la corrispondente umidità dovrà avere i valori compresi fra +/- 2% dell'umidità ottimale ottenuta nella suddetta prova di compattazione. Definita anche la percentuale di umidità, questa deve essere mantenuta costante con una tolleranza di +/- 1%.

### *Art. 2.4.3* Modalità esecutive

Prima di procedere alla costruzione dell'argine, sarà necessario preparare il terreno di posa, provvedendo all'asportazione del terreno vegetale e degli apparati radicali e alla predisposizione di

uno scavo di cassonetto o, qualora il declivio trasversale del terreno fosse superiore al 15%, di opportuni gradoni di ammorsamento.
Nella costruzione dell'argine andranno seguite le indicazioni progettuali riportate nei disegni di progetto, sia per quanto riguarda le dimensioni del rilevato e la pendenza delle scarpate, sia per quanto riguarda lo spessore degli strati, il tipo di macchina da utilizzare per il costipamento ed il numero di passate.
Sempre ai disegni di progetto si dovrà fare riferimento per le caratteristiche dimensionali e dei materiali da utilizzare per la realizzazione della pista di servizio o della strada sulla testa arginale.

### *Art. 2.4.4* Prove di accettazione e controllo

Prima dell'esecuzione dei lavori l'Ufficio di Direzione Lavori procederà al prelievo di campioni di terreno da inviare a laboratori ufficiali, in modo da verificare la rispondenza alle prescrizioni di cui al presente Capitolato.
I campioni di terreno prelevati saranno innanzitutto classificati: sarà individuata la curva granulometrica che caratterizza ogni campione, verranno valutati i limiti di Atterberg (in particolare modo il limite liquido e l'indice di plasticità), l'indice di gruppo. Saranno poi eseguite le prove necessarie per la determinazione della resistenza al taglio e dell'optimum Proctor.
Qualora richiesto dall'Ufficio di Direzione Lavori l'Impresa dovrà provvedere alla posa in opera di una opportuna strumentazione geotecnica, tale da permettere la verifica delle corrette condizioni di lavoro in tutte le fasi di realizzazione dell'opera. Mediante la posa di assistimetri superficiali e profondi, di piezometri e di inclinometri sarà inoltre possibile controllare il grado di assestamento, l'esistenza di spostamenti orizzontali, la consolidazione raggiunta da eventuali strati argillosi, l'andamento del moto di filtrazione.
Nel caso di rilevati costruiti ex novo l'Impresa dovrà provvedere alla posa della strumentazione completa per una sezione significativa a scelta dall'Ufficio di Direzione Lavori.
Nel caso di rialzi e ringrossi i controlli saranno limitati alla compattazione, fatti salvi comunque i controlli generali sulla qualità delle terre.
Se le prove relative allo stato di compattazione del rilevato non dovessero dare esito soddisfacente, l'Impresa è tenuta a ripetere la compressione dei rilevati sino ad ottenere il risultato prescritto.
Gli oneri per tutte le prove di laboratorio e per la strumentazione per le prove a campo sono a carico dell'Impresa.
L'Impresa è obbligata, senza pretesa di compenso alcuno, a dare ai rilevati, durante la costruzione, le maggiori dimensioni richieste dall'assestamento naturale delle terre. Le scarpate saranno spianate e battute.
All'atto del collaudo i rilevati eseguiti dovranno avere la sagoma e le dimensioni prescritte dai disegni progettuali.
Qualora la costruzione del rilevato dovesse venire sospesa, l'Impresa dovrà provvedere a sistemarlo regolarmente in modo da fare defluire facilmente le acque piovane; alla ripresa dei lavori dovranno essere praticati, nel rilevato stesso, appositi tagli a gradini, per il collegamento delle nuove materie con quelle già posate.

## Art. 2.5 Opere di protezione spondale

### *Art. 2.5.1 Scogliere in massi naturali o artificiali*

#### Art. 2.5.1.1 *Generalità*

Le opere di protezione realizzate in massi sono caratterizzate da una berma di fondazione e da una mantellata di rivestimento della sponda. La berma sarà realizzata in maniera differente a seconda che il corso d'acqua presenti livelli d'acqua permanenti o sia interessato da periodi di asciutta. La mantellata dovrà essere sistemata faccia a vista.
Caratteristiche dei materiali
I massi naturali utilizzati per la costruzione dell'opera dovranno corrispondere ai requisiti essenziali di compattezza, omogeneità e durabilità; dovranno inoltre essere esenti da giunti, fratture e piani di sfalsamento e rispettare i seguenti limiti:

| | |
|---|---|
| -- massa volumica: | $\geq 24$ kN/m$^3$ (2400 kgf/m$^3$) |
| - resistenza alla compressione: | $\geq 80$ Mpa (800 kgf/cm$^2$) |
| - coefficiente di usura: | $\leq 1{,}5$ mm |
| - coefficiente di imbibizione: | $\leq 5\%$ |
| - gelività: | il materiale deve risultare non gelivo |

I massi naturali saranno di peso non inferiore a quanto prescritto negli elaborati di progetto, non dovranno presentare notevoli differenze nelle tre dimensioni e dovranno risultare a spigolo vivo e squadrati.

#### Art. 2.5.1.2 *Modalità esecutive*

I massi da impiegare dovranno essere approvvigionati a piè d'opera lungo il fronte del lavoro;
Per lavori eseguiti in assenza di acqua, oppure con livelli d'acqua inferiori a 0,50 m, la berma sarà realizzata entro uno scavo di fondazione di forma prossima a quella trapezia.
I massi dovranno essere collocati in opera uno alla volta, in maniera che risultino stabili e non oscillanti e in modo che la tenuta della berma nella posizione più lontana dalla sponda sia assicurata da un masso di grosse dimensioni.
Se i lavori andranno eseguiti sotto il pelo dell'acqua, i massi saranno collocati alla rinfusa in uno scavo di fondazione delle dimensioni prescritte, verificando comunque la stabilità dell'opera.
Utilizzando massi artificiali, durante la posa, l'Impresa avrà cura di assicurare un adeguato concatenamento fra i vari elementi e dovrà assolutamente evitare danneggiamenti per urti. Gli elementi che si dovessero rompere durante le operazioni di posa andranno rimossi e sostituiti a cura e spese dell'Impresa.
La mantellata andrà realizzata a partire dal piede e procedendo verso l'alto. Le scarpate dovranno essere previamente sagomate e rifilate alla pendenza e alle quote prescritte per il necessario spessore al di sotto del profilo da realizzare a rivestimento eseguito.
Ciascun elemento dovrà essere posato in modo che la giacitura risulti stabile e non oscillante, indipendentemente dalla posa in opera degli elementi adiacenti; i giunti dovranno risultare sfalsati sia in senso longitudinale che in senso trasversale e dovranno essere tali da assicurare lo stretto contatto degli elementi fra loro senza ricorrere all'impiego di scaglie o frammenti.
Dovrà essere particolarmente curata la sistemazione faccia a vista del paramento lato mare, in modo da fargli assumere l'aspetto di un mosaico grezzo, con assenza di grandi vuoti o soluzioni di continuità.

#### Art. 2.5.1.3 *Prove di accettazione e controllo*

Prima di essere posto in opera, il materiale costituente la difesa dovrà essere accettato dall'Ufficio di Direzione Lavori che provvederà per ogni controllo a redigere un apposito verbale.
Dovrà essere eseguito almeno un controllo di accettazione per ogni duemila metri cubi di materiale lapideo da utilizzare: l'esito di tale controllo sarà vincolante per l'accettazione della partita relativa al suddetto tratto di opera.
L'Impresa dovrà inoltre attestare, mediante idonei certificati a data non anteriore ad un anno, le caratteristiche del materiale. Tali certificati potranno altresì valere come attestazioni temporanee sostitutive nelle more dell'esecuzione delle prove di durata sui campioni prelevati.
Il controllo consisterà nella individuazione da parte dall'Ufficio di Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, di almeno dieci massi che dovranno essere singolarmente pesati.
La partita non verrà accettata se il peso di un solo masso verificato risulterà inferiore al peso minimo previsto in progetto.
Se la verifica avrà invece esito positivo, si procederà al prelievo di campioni da inviare ad un laboratorio ufficiale per l'esecuzione delle prove relative alla determinazione delle caratteristiche fisiche e meccaniche del materiale da porre in opera.
Le prove relative alla determinazione delle caratteristiche fisiche dei massi naturali (determinazione del peso specifico, del coefficiente di imbibizione e della gelività) saranno effettuate, a carico dell'Impresa, seguendo quanto riportato al Capo II delle "Norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione" di cui al R.D. 16 novembre 1939, n.2232; per le prove di resistenza meccanica (resistenza alla compressione e all'usura per attrito radente), si farà riferimento al Capo III della stessa normativa.
L'Impresa dovrà consegnare alla Direzione Lavori i certificati del laboratorio ufficiale relativi alle prove sopra indicate, che dovranno dimostrare il rispetto dei limiti imposti dal Capitolato. Se i risultati delle misure o delle prove di laboratorio non rispetteranno i limiti prescritti, il materiale, per la quantità sotto controllo, verrà scartato con totale onere a carico dell'Impresa.
Tutti gli oneri derivanti dalla necessità di eseguire le prove di accettazione saranno a carico dell'Impresa.

## Art. 2.6 Geosintetici e geocompositi

### *Art. 2.6.1 Geotessili in tessuto non tessuto*

#### Art. 2.6.1.1 *Generalità*

I geotessili in tessuto non tessuto potranno essere usati con funzione di filtro per evitare il passaggio della componente fine del materiale esistente in posto, con funzione di drenaggio, o per migliorare le caratteristiche di portanza dei terreni di fondazione.
I geotessili andranno posati dove espressamente indicato dai disegni di progetto o dall'Ufficio di Direzione Lavori.

#### Art. 2.6.1.2 *Caratteristiche dei materiali*

Il geotessile sarà composto da fibre sintetiche in poliestere o in polipropilene, in filamenti continui,

coesionate mediante agugliatura meccanica senza impiego di collanti o trattamenti termici, o aggiunta di componenti chimici.
I teli saranno forniti in rotoli di altezza non inferiore a 5,30 metri.
La superficie del geotessile dovrà essere rugosa ed in grado di garantire un buon angolo di attrito con il terreno. Il geotessile dovrà essere inalterabile a contatto con qualsiasi sostanza e agli agenti atmosferici, imputrescibile, inattaccabile dai microrganismi e dovrà avere ottima stabilità dimensionale.
Il soddisfacimento delle prescrizioni predette s'intende comprovato quando il prodotto risponde ad una norma UNI di cui al successivo punto e/o è in possesso di attestato di conformità; in loro mancanza valgono i valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla direzione dei lavori.
Quando non è specificato nel progetto s'intendono forniti rispondenti alle seguenti norme:
a) Geotessili
UNI EN 918 – Geotessili e prodotti affini – Prova di punzonamento dinamico (metodo della caduta del cono).
UNI EN ISO 9863-2 – Geotessili e prodotti affini – Determinazione dello spessore a pressioni stabilite – Procedura per la determinazione dello spessore dei singoli strati di prodotti multistrato.
UNI EN ISO 10319 – Geotessili – Prova di trazione a banda larga.
UNI EN ISO 10321 – Geotessili – Prova di trazione a banda larga per giunzioni e cuciture.
UNI ENV 12447 – Geotessili e prodotti affini – Metodo di prova per la determinazione della resistenza all'idrolisi.
UNI ENV 12224 – Geotessili e prodotti affini – Determinazione della resistenza agli agenti atmosferici.
UNI ENV 12225 – Geotessili e prodotti affini – Metodo per la determinazione della resistenza microbiologica mediante prova di interramento.
UNI ENV 12226 – Geotessili e prodotti affini – Prove generali per valutazioni successive a prove di durabilità.
UNI EN ISO 12236 – Geotessili e prodotti affini – Prova di punzonamento statico (metodo CBR).
UNI ENV ISO 13438 – Geotessili e prodotti affini – Metodo di prova per la determinazione della resistenza all'ossidazione.
b) Nontessuti
UNI 8279-1 – Nontessuti. Metodi di prova. Campionamento.
UNI 8279-3 – Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione della permeabilità all'aria.
UNI 8279-4 – Nontessuti. Metodi di prova. Prova di trazione (metodo di Grab).
UNI 8279-5 – Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione dell'assorbimento di liquidi (metodo del cestello).
UNI 8279-6 – Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione dell'assorbimento di liquidi (metodo della rete).
UNI 8279-7 – Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione dell'ascensione capillare.
UNI 8279-11 – Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione della resistenza alla perforazione con il metodo della sfera.
UNI 8279-12 – Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione della variazione dimensionale a caldo.
UNI 8279-13 – Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione del coefficiente di permeabilità radiale all'acqua.
UNI 8279-14 – Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione della resistenza al punzonamento e della deformazione a rottura (metodo della penetrazione).
UNI 8279-16 – Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione del tempo di assorbimento di acqua (metodo della goccia).
UNI EN 29073-1 – Tessili. Metodi di prova per nontessuti. Determinazione della massa areica.
UNI EN 29073-3 – Tessili. Metodi di prova per nontessuti. Determinazione della resistenza a trazione e dell'allungamento.
UNI EN 29092 – Tessili. Nontessuti. Definizione.

### Art. 2.6.1.3 *Modalità esecutive*

Il terreno di posa dovrà essere il più possibile pulito da oggetti appuntiti o sporgenti, come arbusti, rocce od altri materiali in grado di produrre lacerazioni.
I teli srotolati sul terreno verranno posti in opera mediante cucitura sul bordo fra telo e telo, o con sovrapposizione non inferiore a 30 cm. Il fissaggio sul piano di posa sarà effettuato in corrispondenza dei bordi longitudinali e trasversali con infissione di picchetti della lunghezza di 0.50 metri, a distanza di 1 metro.

### Art. 2.6.1.4 *Prove di accettazione e controllo*

L'Impresa, prima dell'inizio dei lavori, dovrà presentare all'Ufficio di Direzione Lavori i certificati rilasciati dal costruttore che attestino i quantitativi acquistati dall'Impresa e la rispondenza del materiale ai requisiti sopra indicati ed alle prescrizioni progettuali. Prima dell'esecuzione dei lavori l'Ufficio di Direzione Lavori verificherà comunque la rispondenza del materiale ai requisiti prescritti, prelevando dei campioni di materiale in quantità tale da poter effettuare almeno una serie di prove di controllo ogni 1000 metri quadrati di telo da posare e almeno una per quantità globale inferiore. Se i risultati delle prove di laboratorio non rispetteranno i limiti prescritti, il materiale cui la prova si riferisce verrà scartato.
Di tutte le operazioni di controllo, di prelievo e di verifica verranno redatti appositi verbali firmati in contraddittorio con l'Impresa; in mancanza di tali verbali, l'opera non potrà essere collaudata.

## *Art. 2.6.2 Geogliglie*

### Art. 2.6.2.1 *Generalità*

Le geogriglie drenanti verranno utilizzate sulle scarpate con lo scopo di favorire il drenaggio delle acque di infiltrazione all'interfaccia fra strato vegetale e il materassino bentonitico.

### Art. 2.6.2.2 *Caratteristiche dei materiali*

Il geocomposito ad alta capacità drenante per drenaggio all'interno del pacchetto di capping della discarica sarà costituito da un nucleo in georete estrusa in polietilene ad alta densità. La struttura tridimensionale sarà costituita da una georete estrusa in polietilene ad alta densità ad alto peso molecolare, dotata, per la sovrapposizione di due fili paralleli, di un elevata resistenza alla compressione. I geotessili non tessuto filtranti saranno del tipo termosaldato a filo continuo spunbonded costituiti da fibre di bipolimero coestruso di polipropilene (70% - nucleo interno) e polietilene (30% - rivestimento esterno) aventi una resistenza meccanica a rottura, al 28% di deformazione, non inferiore a 8 kN/m; i geotessili saranno trattati UV al fine di garantire un mantenimento delle loro caratteristiche nel tempo. La loro permeabilità secondo le EN ISO 11058 sarà non inferiore a 100 l/m2 sec con una pirometria secondo le EN ISO 12956 di 0.15 mm

Le caratteristiche meccaniche dovranno essere documentate con un certificato ufficiale che dovrà

riportare, fra l'altro i coefficienti di sicurezza per una durata di 120 anni.

#### Art. 2.6.2.3 *Modalità esecutive*

Il terreno di posa dovrà essere livellato e liberato da vegetazione, radici, pietre e in generale oggetti appuntiti o sporgenti.
La posa verrà eseguita nel rispetto della scheda tecnica del prodotto.

#### Art. 2.6.2.4 *Prove di accettazione e controllo*

L'Impresa, prima dell'inizio dei lavori, dovrà presentare all'Ufficio di Direzione Lavori i certificati rilasciati dal produttore che attestino i quantitativi acquistati dall'Impresa e la rispondenza del materiale ai requisiti sopra indicati ed alle prescrizioni progettuali. Prima dell'esecuzione dei lavori l'Ufficio di Direzione Lavori verificherà comunque la rispondenza del materiale ai requisiti prescritti, prelevando dei campioni di materiale in quantità tale da poter effettuare almeno una serie di prove di controllo ogni 1000 metri quadrati di telo da posare e almeno una per quantità globale inferiore. Se i risultati delle prove di laboratorio non rispetteranno i limiti prescritti, il materiale cui la prova si riferisce verrà scartato.
Di tutte le operazioni di controllo, di prelievo e di verifica verranno redatti appositi verbali firmati in contraddittorio con l'Impresa; in mancanza di tali verbali, l'opera non potrà essere collaudata.

### *Art. 2.6.3 Geocomposito bentonitico*

#### Art. 2.6.3.1 *Generalità*

Il geocomposito bentonitico a base di bentonite sodica sarà costituito da un sandwich di geotessili nontessuti in polipropilene; la bentonite contenuta nel geocomposito avrà un contenuto di umidità non superiore al 12% ed avrà le seguenti caratteristiche minime: - contenuto in montmorillonite non inferiore al 70%; - assorbimento d' acqua secondo ASTM E946 non inferiore al 700%; - rigonfiamento libero secondo ASTM D5890 non inferiore a 24 ml/2 gr; - perdita di fluido secondo ASTM D5891 non superiore a 18 ml.
I singoli strati del geocomposito saranno assemblati mediante un sistema continuo di agugliatura meccanica tale da garantire una resistenza allo spellamento (peeling) secondo ASTM D6496 non inferiore a 65 N ed il geocomposito, prodotto in qualità secondo le norme ISO 9001:2000, dovrà garantire le seguenti caratteristiche: - Permeabilità secondo ASTM D5804 non superiore a 5 x 10-11 m/sec cui corrisponder`a una perdita massima di fluido non superiore a 1 x 10E-8 mc/mq x sec calcolata secondo le norme ASTM D5887. Sarà fornito in rotoli di larghezza minima di 4,5 metri. Il fornitore , se in certificazione di qualità ISO 9001:2000 come distributore di geosintetici, dovrà produrre per la DDLL una certificazione delle caratteristiche suddette dichiarando, inoltre, il nome del produttore , il luogo, la ditta esecutrice dei lavori e le quantità fornite. In caso di azienda fornitrice non certificata ISO 9001:2000 a tale scopo le caratteristiche suddette saranno testate in laboratorio qualificato con minimo una prove per ogni caratteristica da certificare per ogni lotto di materiale consegnato oppure certificate dal produttore stesso allegando copia della sua certificazione di qualità ISO 9001:2000.

### Art. 2.6.3.2 *Modalità esecutive*

Il terreno di posa dovrà essere il più possibile pulito da oggetti appuntiti o sporgenti, come arbusti, rocce od altri materiali in grado di produrre lacerazioni e dovrà essere rivestito con uno strato in tessuto non tessuto di peso unitario non inferiore a 0,7 $N/m^2$ (70 $g/m^2$).
I teli andranno fissati al terreno in testa e al piede della scarpata.

Prove di accettazione e controllo

L'Impresa, prima dell'inizio dei lavori, dovrà presentare all'Ufficio di Direzione Lavori i certificati rilasciati dal fornitore , se in certificazione di qualità ISO 9001:2000 come distributore di geosintetici, dovrà produrre per la DDLL una certificazione delle caratteristiche suddette dichiarando, inoltre, il nome del produttore , il luogo, la ditta esecutrice dei lavori e le quantità fornite. In caso di azienda fornitrice non certificata ISO 9001:2000 a tale scopo le caratteristiche suddette saranno testate in laboratorio qualificato con minimo una prove per ogni caratteristica da certificare per ogni lotto di materiale consegnato oppure certificate dal produttore stesso allegando copia della sua certificazione di qualità ISO 9001:2000.
Di tutte le operazioni di controllo, di prelievo e di verifica verranno redatti appositi verbali firmati in contraddittorio con l'Impresa; in mancanza di tali verbali, l'opera non potrà essere collaudata.

## Art. 2.7 Opere di consolidamento del versante della discarica non riprofilato

### Art. 2.7.1.1 *rete metallica a doppia torsione*

Consolidamento superficiale di versanti mediante fornitura e posa di rete metallica a doppia torsione filo mm 2,70 maglia cm 8x10 protezione ZNAL. Le superfici da trattare per il rivestimento dovranno essere liberate da radici, pietre o eventuali masse pericolanti; gli eventuali vuoti andranno saturati in modo da ottenere una superficie uniforme affinché la rete possa adagiarsi perfettamente al terreno. La rete metallica a doppia torsione con maglia esagonale tipo 8x10 cm, tessuta con trafilato di ferro, avente un diametro pari a 2,70 mm e galvanizzazione con lega eutettica di ZincoAlluminio (5%) CerioLantanio dovrà essere conforme a quanto specificamente prescritto nelle "Linee Guida per la redazione di Capitolati per l'impiego di rete metallica a doppia torsione" Presidenza del Cons. Sup. LL.PP., n°16/2006. Prima della messa in opera e per ogni partita ricevuta in cantiere, l'Appaltatore dovrà consegnare alla D.L. il relativo certificato di collaudo e garanzia rilasciato in originale, in cui specifica il nome del prodotto, la Ditta produttrice, e le quantità fornite; in assenza di ciò, la D.L. darà disposizioni circa il prelievo di campioni per verificare il rispetto delle normative enunciate.
**b)Barre autoperforanti** Fornitura e posa di barre auto perforanti R 32S Diametro esterno 32mm Diametro interno 19 mm sezione media 420 mmq, peso 3,30 Km/ml .Carico di rottura 280 kN, carico di snervamento 240 kN. Tipo di acciaio utilizzato norma di riferimento EN 102101 Tipo di filettatura norma di riferimento R 32 SX ISO 10208 Utensile a perdere in acciaio temperato per terreni a medio impasto.Manicotto di giunzione per potenze fino a 400 kN filettatura R 32 SX Le barre verranno infisse nel terreno con idonea attrezzatura a rotopercussione pneumatica opportunamente installata su slitta adatta alle lavorazioni in parete.
L'appaltatore dovrà fornire alla Direzione Lavori prima della posa dei materiali tutta la

documentazione

### **Art. 2.7.1.2** *Funi in acciaio*

Fornitura e posa di fune in acciaio zincata Diametro 12 mm composta da 114 fili WSC N° dei trefoli 7 n° dei fili per trefolo 19 norma UNI EN 123854 ,avvolgimento : crociato destro. Classe di resistenza fili kg/mm2 180 N/mm2 1770.Carico di rottura minimo Kg. 9411 kN 92,27 .Protezione di superficie: zincata .

### **Art. 2.7.1.3** *Ancoraggi in barre di acciaio a filetto continuo*

Esecuzione di ancoraggi in barre a filetto continuo in acciaio Filettatura destrorsa Diametro 25 mm Acciaio Bst 500 Area sezione 491 mm2 carico di snervamento 245 kN carico ultimo 270 kN. Le barre verranno inserite in prefori diam. 42 mm precedentemente realizzati mediante attrezzatura a rotopercussione eventi la profondità stabilita. 2) Esecuzione di ancoraggi in barre a filetto continuo in acciaio Filettatura destrorsa Diametro 28 mm Acciaio Bst 500S Area sezione 616 mm2 carico di snervamento 310 kN carico ultimo 340 kN. Le barre verranno inserite in prefori diam. 42 mm precedentemente realizzati mediante attrezzatura a rotopercussione eventi la profondità stabilita.

### **Art. 2.7.1.4** *Rivestimento con pannelli in fune alta resitenza*

Fornitura e posa in opera di rivestimento di pannelli rete in fune rettangolari costruiti con funi d'acciaio AM+ 6x7 fili con resistenza del filo elementare di 1770 N/mm², aventi fune di orditura con diametro mm 6 conforme alle norme EN 123854 e funi perimetrali diametro mm 10, tipo AM +6x9 fili conforme alle norme EN 123854 giunzioni borchiata Mod. LCP per classe di resistenza testata 4kN.

Maglia reticolo romboidale , incroci delle maglie rinforzati con idonei elementi di collegamento. Le dimensioni di massima dei pannelli rete non saranno inferiori a m² 9. Zincatura pannelli secondo EN 10264/2 classe B. Collegamento fra i pannelli rete in fune e le funi della struttura di sostegno con funi d'acciaio AMZ diametro 10 mm, con resistenza del filo elementare di 1770 N/mm², in modo da creare una robusta ed omogenea cucitura fra gli stessi. Le giunzioni della fune di collegamento dovranno essere eseguite con idonea morsettatura. Sono compresi la posa del materiale sopra elencato, la fornitura e posa della morsetteria necessaria alla realizzazione dell'opera, eventuale verniciatura delle funi componenti il pannello, i trasporti ed ogni altro onere per dare l'opera finita a regola d'arte.

### **Art. 2.7.1.5** ***Piastre di ripartizione e di controspinta***

fornitura e posa di piastre di ripartizione e di controspinta in acciaio Fe 360/S235 rispondente alla norma EN 10025 avente dimensione 180x180x8 mm foro centrale di diametro idoneo alle barre, bombatura della piastra, angoli ricurvi di 35° Rivestimento in zinco a norma EN ISO 1461. **Bulloni di serraggio** idonei alle barre a fondo sferico in modo da orientare la piastra e ottenere un appoggio uniforme e costante contro il substrato sottostante

### Art. 2.7.1.6 *Inghisaggi e iniezioni*

**h)** nella produzione di boiacche da iniezione versare nel miscelatore l'acqua (circa il 30% delpeso del cemento), aggiungere l'additivo fluidificante nel dosaggio del 36% sul peso del cemento tipo 425. Il dosaggio del cemento deve essere di 600 kg per mc di impasto.Miscelare per 2'3' e, se necessario, aggiungere acqua fino al raggiungimento della fluiditàdesiderata. La boiacca così ottenuta deve essere pompabile per almeno 2 ore (a +20°C).L'utilizzo dell'additivo espansivo deve consentire a produrre boiacche per le iniezioni rispondenti alla normativa italiana (legge N° 1086) ed alle raccomandazioni europee (CEB FIP).

## Art. 2.8 Opere in conglomerato cementizio armato

### *Art. 2.8.1 Generalità*

Le opere in conglomerato cementizio armato sono L'Impresa dovrà attenersi, per l'esecuzione delle opere in calcestruzzo, alle "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" alle quali devono uniformarsi le costruzioni in conglomerato cementizio, normale e precompresso, ed a struttura metallica, emanate dal Ministero dei Lavori Pubblici, con D.M. 09.01.1996.
La composizione della miscela del calcestruzzo sarà basata sui risultati di prove di laboratorio eseguite a cura dell'Impresa e sotto la sua responsabilità.
L'Impresa è tenuta a sottoporre preventivamente alla approvazione dall'Ufficio di Direzione Lavori la composizione degli impasti ed a concordare con essa durante il lavoro le eventuali variazioni necessarie che, comunque, non potranno costituire motivo per l'Impresa di richiesta di sovrapprezzo.

### *Art. 2.8.2 Calcestruzzo*

#### Art. 2.8.2.1 *Caratteristiche dei materiali*

Inerti
Gli inerti saranno costituiti da inerti fini (sabbia) con dimensione massima dei grani non superiore a 5 mm e da inerti grossi con dimensione non inferiore a 5 mm.
La dimensione massima degli inerti grossi sarà quella indicata dalla tabella delle classi dei calcestruzzi.
Gli inerti per i calcestruzzi e le malte dovranno possedere i requisiti fissati nel R.D. 16.11.1939 n.2229, D.M. 01.11.1959 n.1363 ed altresì rispondere alle caratteristiche fissate nelle "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" del D.M. 09 gennaio 1996.
L'inerte fine dovrà essere costituito da sabbia naturale opportunamente selezionata e libera da particelle scagliose.

L'inerte grosso dovrà essere costituito da ghiaia naturale o pietrisco proveniente dalla frantumazione di adatto materiale roccioso.
In ogni caso tutti gli inerti forniti dall'Impresa saranno soggetti all'approvazione dell'Ufficio di Direzione Lavori che potrà sottoporli a spese dell'Impresa a tutte le prove che riterrà opportune.
La sabbia dovrà essere graduata secondo i seguenti limiti:

| Lato del vaglio a foro quadrato (mm) | Percentuale passante (%) |
|---|---|
| 4,760 | 100 |
| 2,380 | 80 ÷ 100 |
| 1,190 | 50 ÷ 85 |
| 0,590 | 25 ÷ 60 |
| 0,297 | 10 ÷ 30 |
| 0,149 | 2 ÷ 10 |

Il modulo di finezza della sabbia dovrà aggirarsi attorno a 2,3 con scarti di +/- 20%.
L'inerte grosso dovrà essere graduato in peso secondo la seguente relazione:

$$P = 100^2\ d/D$$

ove P è la percentuale in peso che passa attraverso i setacci di maglia quadrata d, mentre D è il diametro massimo dell'inerte.
Il modulo di finezza della miscela sabbia-ghiaia potrà variare tra 5,5 e 7,5.
La raccolta dei materiali lavati e vagliati dovrà avvenire in appositi sili o depositi muniti di drenaggi per scolare l'eccesso di acqua.
Gli inerti saranno misurati normalmente a peso con tolleranze del 2% tenendo conto del grado di umidità degli stessi.
Per la sabbia, la somma della percentuale in peso delle sostanze nocive quali: argilla, mica, limo, deve essere minore o uguale al 5%. Le sostanze organiche minori o uguali all'1%.
Per la ghiaia la percentuale di argilla, limo ecc., dovrà essere minore o uguale al 2% in peso.
Gli inerti avranno una forma pressoché sferica o cubica e la percentuale delle particelle di forma allungata od appiattita non dovrà eccedere il 15% in peso.
Gli inerti dovranno in particolare rispondere ai seguenti requisiti delle norme ASTM (American Society for Texting and Material) - Los Angeles - :

- Prova di abrasione (ASTM C 131):
  la perdita, usando la granulometria standard tipo A, non dovrà superare il 10% in peso dopo 100 rivoluzioni, oppure il 40% in peso dopo 500 rivoluzioni;
- Resistenza al solfato di sodio (ASTM C 88):
  la perdita media in peso dopo 5 cicli non dovrà superare il 5%;
- Peso specifico (ASTM C 127):
  il peso specifico del materiale secco non dovrà essere inferiore a 26 kN/m$^3$ (2600 kgf/m$^3$).

Cemento
Il cemento sarà sottoposto a cura e spese dell'Impresa alle prove di accettazione stabilite dalle Norme di Legge sui leganti idraulici che dovranno possedere i requisiti stabiliti dalla Legge 26.05.1965 n.595, dal D.M. 14.01.1966, dal D.M. 03.06.1968, dal D.M. 31.08.1972 e dal Decreto del Ministero dell'Industria n.126 del 09.03.1988.
Con riferimento alle classi dei calcestruzzi si potrà adottare il cemento Portland o Pozzolanico tipo R325 o R425.
Il dosaggio di cemento dovrà essere fatto a peso.
Non sarà permesso mescolare fra di loro diversi tipi di cemento e per ciascuna struttura si dovrà impiegare un unico tipo di cemento.
La conservazione del cemento sciolto avverrà in appositi sili.
Il cemento in sacchi sarà custodito in luogo coperto, secco e ventilato; in ogni caso il cemento non potrà restare in deposito più di 90 giorni.
Ogni 4 mesi si effettuerà lo svuotamento e la pulizia dei sili o dei depositi.
Acqua

L'acqua di impasto dovrà essere dolce, limpida e non contenere tracce di cloruri o solfati né sostanze organiche od oli minerali che possano compromettere la presa e l'indurimento del calcestruzzo o diminuirne le caratteristiche di resistenza, impermeabilità e durabilità o incrementandone l'aggressività verso i ferri di armatura. La torbidità dell'acqua non dovrà superare 2000 parti per milione e la concentrazione di $SO_4$ sarà inferiore a 0,05%. Il dosaggio dell'acqua sarà fatto a volume tenendo conto dello stato igrometrico degli inerti e dovrà rispettare le indicazioni contenute negli elaborati progettuali.

Materiali per giunti

È previsto, per ottenere la tenuta idraulica fra strutture giunte e fra riprese di getti in calcestruzzo, l'impiego di nastri in bentonite, in PVC o in gomma o in lamierino di rame, che dovranno essere posti in opera con particolari precauzioni e, ove necessario, con interposizione di adatti materiali isolanti o sigillatura con speciali mastici e collanti.

Le dimensioni dei nastri e dei lamierini sono indicate sui disegni, i nastri ed i lamierini vanno giuntati incollando, vulcanizzando o saldando fra loro i vari elementi.

La esecuzione di tali giunzioni dovrà essere approvata dall'Ufficio di Direzione Lavori.

In corrispondenza dei giunti di dilatazione sia a tenuta o meno delle strutture in c.a. dove indicato nei disegni o richiesto dall'Ufficio di Direzione Lavori verranno poste in opera lastre tipo Populit dello spessore di cm 2, protette sulle facce contro il getto da eseguire con un foglio di cartone bituminato, oppure possono essere impiegati riempimenti con cartonfeltro bitumato o mastice di bitume o con polistirolo espanso od altri materiali plastici di vari spessori.

Le superfici di contratto dei materiali devono essere perfettamente asciutte e lisce.

Additivi

Allo scopo di modificare le proprietà del calcestruzzo in modo tale da migliorare e rendere più facile ed economica la sua posa in opera, rendere le sue prestazioni più adatte all'opera da eseguire, migliorare la sua durabilità, verrà fatto uso di adatti additivi.

Gli additivi da impiegarsi nei calcestruzzi potranno essere:

– fluidificanti;
– acceleranti di presa;
– ritardanti di presa;
– impermeabilizzanti.

Gli additivi dovranno essere usati dietro esplicita disposizione della Direzione Lavori, seguendo le istruzioni della casa produttrice per quanto riguarda dosature e modalità d'impiego.

Gli additivi dovranno essere conformi alle specifiche UNI o ad altre specifiche applicabili.

Il produttore di additivi deve esibire:

−risultati provenienti da una ampia sperimentazione pratica sul tipo e la dose dell'additivo da usarsi;
−prove di Laboratorio Ufficiale che dimostrino la conformità del prodotto alle vigenti disposizioni.

Il produttore dovrà inoltre garantire la qualità e la costanza di caratteristiche dei prodotti finiti.

Il produttore di additivi dovrà mettere a disposizione, su richiesta, propri tecnici qualificati e specializzati nell'impiego degli additivi, per la risoluzione dei vari problemi tecnici connessi all'impiego degli stessi, in relazione alla migliore esecuzione delle opere.

Per il dosaggio, gli additivi in polvere saranno dosati in peso; quelli plastici o liquidi potranno essere dosati in peso od in volume con un limite di tolleranza del 3% sul peso effettivo.

Aeranti fluidificanti

Al fine di migliorare la lavorabilità a pari contenuto d'acqua (o ridurre l'acqua di impasto a parità di lavorabilità), incrementare la resistenza alle brevi e lunghe stagionature, migliorare l'omogeneità degli impasti, al calcestruzzo di qualsiasi tipo e per qualsiasi uso verrà aggiunto un additivo fluidificante e incrementatore delle resistenze meccaniche, nella misura di 0,15÷0,40 $cm^3$ per newton di cemento ($cm^3$ 150÷400 per quintale di cemento).

Gli additivi fluidificanti verranno aggiunti ad un normale impasto di calcestruzzo per ottenere un calcestruzzo reoplastico caratterizzato da una elevata lavorabilità, bleeding bassissimo, ottime resistenze meccaniche, elevata durabilità e basso ritiro.

Come additivo fluidificante può essere usato un additivo di tipo aerante a base di sostanze tensioattive che verrà impiegato nella misura di 0,03÷0,10 $cm^3$ per newton di cemento (30÷100 $cm^3$ per quintale di cemento). La prova del contenuto d'aria sarà eseguita con il metodo UNI 6395-72.
Il dosaggio sarà fatto nella misura di 1,5 $cm^3$ per newton di cemento (1,5 litri per quintale di cemento); dosaggi diversi sono possibili in relazione alle specifiche condizioni di lavoro.
Detto componente dovrà impartire al calcestruzzo le seguenti caratteristiche:

1) a parità di rapporto a/c dovrà produrre un aumento di slump di 18÷20 cm. Questa caratteristica verrà determinata secondo il metodo UNI 7163-72, appendice E, partendo da un calcestruzzo avente slump iniziale di 2÷3 cm;
2) per valori di slump da 20 a 25 cm dovrà presentare un bleeding (quantità di acqua essudata, UNI 7122-72) inferiore a 0,05 $cm^3/cm^2$;
3) il valore dello slump dopo un'ora di trasporto in autobetoniera, non dovrà ridursi più del 50% (a temperatura ambiente di circa 20°C).

Acceleranti di presa
Per l'esecuzione di getti nella stagione fredda, e nella prefabbricazione, o in tutte le situazioni in cui è richiesto uno sviluppo di resistenza molto elevato specialmente alle brevi stagionature, si potranno usare, su approvazione e/o ordine della Direzione Lavori, gli additivi acceleranti di presa per ottenere un calcestruzzo caratterizzato da elevata lavorabilità, bleeding bassissimo, elevata durabilità e basso ritiro.
L'additivo verrà mescolato nel calcestruzzo normale nella misura di 2,5 $cm^3$ per newton di cemento (2,5 litri per quintale di cemento).
Dosaggi diversi sono possibili in relazione alle specifiche condizioni di lavoro.
Detto componente impartirà al calcestruzzo le seguenti caratteristiche:

1) a parità di rapporto a/c dovrà produrre un aumento di slump di 18÷20 cm. Questa caratteristica verrà determinata secondo il metodo UNI 7163-72, appendice E, partendo da un calcestruzzo avente slump iniziale di 2÷3 cm;
2) per valori di slump da 20 a 25 cm dovrà presentare un bleeding (quantità di acqua essudata, UNI 7122-72) inferiore a 0,05 $cm^3/cm^2$.

Ritardanti di presa
Per l'esecuzione dei getti di grandi dimensioni, per getti in climi caldi, per lunghi trasporti, per calcestruzzo pompato e in genere nelle situazioni in cui è richiesta una lunga durata della lavorabilità, si userà un calcestruzzo caratterizzato da elevata lavorabilità, bleeding bassissimo, ottime resistenze meccaniche, elevata durabilità e basso ritiro: detto calcestruzzo verrà ottenuto aggiungendo ad un normale impasto di cemento, inerti ed acqua, un componente per calcestruzzo reoplastico, nella misura di 1,5 $cm^3$ per newton di cemento (1,5 litri per quintale di cemento); dosaggi diversi sono possibili in relazione alle specifiche condizioni di lavoro.
Detto componente dovrà impartire al calcestruzzo le seguenti caratteristiche:

1) a parità di rapporto a/c dovrà produrre un aumento di slump di 18÷20 cm. Questa caratteristica verrà determinata secondo il metodo UNI 7163-72, appendice E, partendo da un calcestruzzo avente slump iniziale di 2÷3 cm;
2) per valori di slump da 20 a 25 cm dovrà presentare un bleeding (quantità di acqua essudata, UNI 7122-72) inferiore a 0,05 $cm^3/cm^2$;
3) il valore dello slump dopo un'ora di trasporto in autobetoniera a temperatura ambiente non dovrà ridursi di più di 2 cm.

Impermeabilizzanti
Il calcestruzzo destinato a strutture che in relazione alle condizioni di esercizio debbano risultare impermeabili, dovrà:

- presentare a 7 giorni un coefficiente di permeabilità inferiore a $10^{-9}$ cm/s;
- risultare di elevata lavorabilità, così da ottenere getti compatti e privi di porosità microscopica;
- presentare un bleeding estremamente modesto in modo da evitare la presenza di strati di calcestruzzo arricchiti di acqua e pertanto porosi e permeabili.

I requisiti di cui al punto precedente verranno ottenuti impiegando dei calcestruzzi caratterizzati da

elevata lavorabilità (slump 20 cm), bleeding bassissimo, ottime resistenze meccaniche, elevata durabilità e basso ritiro, ottenuti aggiungendo ad un normale impasto di cemento un superfluidificante tale da conferire caratteristiche reoplastiche al calcestruzzo, con almeno 20 cm di slump (in termini di cono di Abrams), scorrevole ma al tempo stesso non segregabile ed avente lo stesso rapporto a/c di un calcestruzzo senza slump (2 cm) non additivato iniziale (caratteristica questa determinata secondo le UNI 7163-72, appendice E).
Il rapporto a/c deve essere 0,42÷0,44 in modo tale da conferire una perfetta impermeabilità del getto (in corrispondenza di tale rapporto, parlando in termini di coefficiente di Darcy, questo deve essere dell'ordine di $10^{-12}$; tale rapporto, come al punto precedente, deve permettere una messa in opera ottimale).
In termini di tempo di lavorabilità, il superfluidificante deve essere in grado di conferire al calcestruzzo una lavorabilità di 1 ora alla temperatura di 20°C; in termini di slump, dopo un'ora il valore dello slump non dovrà ridursi più del 50%.
Sempre a riguardo della impermeabilità il calcestruzzo dovrà presentare un bleeding (quantità d'acqua essudata, UNI 7122-72) inferiore a 0,05 $cm^3/cm^2$ in modo da evitare la presenza di strati di calcestruzzo arricchiti d'acqua e pertanto porosi e permeabili.
Classificazione dei calcestruzzi
Il calcestruzzo è classificato in base alla resistenza caratteristica cubica a 28 giorni di stagionatura come indicato nella tabella seguente: i dosaggi di cemento indicati a fianco della resistenza hanno valore di contenuto minimo accettabile. Pertanto l'Impresa non potrà in nessun caso dosare i calcestruzzi con quantità di cemento inferiore a quelli indicati.
La dimensione massima degli inerti è di 30 mm con eccezione di quelle strutture la cui minor dimensione sia uguale od inferiore a 15 cm, per le quali il diametro massimo degli inerti sarà di 15 mm.

| Classe | Resistenza minima a 28 gg. ($N/mm^2$) | Dosaggio cemento quantità min. ($kN/m^3$) | Diametro max inerte grosso (mm) |
|---|---|---|---|
| A | 30 (300 $kgf/cm^2$) | 3,0 (300 $kgf/cm^3$) | 20 |
| B | 25 (250 $kgf/cm^2$) | 2,5 (250 $kgf/cm^3$) | 20 |
| C | 20 (200 $kgf/cm^2$) | 2,0 (200 $kgf/cm^3$) | 30 |
| D | 15 (150 $kgf/cm^2$) | 1,5 (150 $kgf/cm^3$) | 30 |

La granulometria dell'impasto di calcestruzzo rispondente a quanto sopra richiamato dovrà essere preventivamente sottoposta all'approvazione dell'Ufficio di Direzione Lavori e studiata in modo tale da ottenere la resistenza di cui alla tabella sopra riportata.
Il rapporto acqua-cemento sarà specificatamente indicato negli elaborati progettuali oppure sarà oggetto di una serie di prove preventive che l'Impresa svolgerà sotto il controllo dell'Ufficio di Direzione Lavori.
I rapporti fissati dovranno essere strettamente rispettati durante tutti i lavori. Di regola il rapporto acqua-cemento non dovrà essere superiore a 0,55.
Lo slump approvato dall'Ufficio di Direzione Lavori sarà costantemente controllato durante il corso dei lavori e potrà variare a discrezione dell'Ufficio di Direzione Lavori per migliorare la qualità dei calcestruzzi.

### Art. 2.8.2.2 *Modalità esecutive*

Impianto di betonaggio
L'impianto di betonaggio, salvo casi particolari e ad insindacabile giudizio dall'Ufficio di Direzione Lavori, deve essere fatto con mezzi meccanici idonei e con l'impiego di impianti di betonaggio che abbiano in dotazione dispositivi di dosaggio e contatori, tali da garantire un accurato controllo della quantità dei componenti per come già specificato.
I componenti dell'impasto (cemento, inerti, acqua e additivi), debbono poter essere misurati a peso, od

a volume per acqua ed additivi.
I dispositivi di misura del cemento, dell'acqua, degli additivi e delle varie classi degli inerti (sabbia fine, sabbia grossa, ghiaietto, ghiaia e ciottoli) debbono essere di tipo individuale. Solo quando approvato dall'Ufficio di Direzione Lavori i dispositivi di misura possono essere di tipo cumulativo (peso delle varie classi con successione addizionale).
I depositi degli inerti per gli impianti di betonaggio devono essere separati per ogni tipo di inerte.
Confezionamento del calcestruzzo
Il confezionamento dovrà essere eseguito con idonee modalità in modo da ottenere un impasto di consistenza omogenea e di buona lavorabilità.
Gli aggregati saranno introdotti nelle betoniere tutti contemporaneamente, l'acqua sarà introdotta in modo che il suo tempo di scarico sia completato entro il 25% del tempo di mescolamento.
Il tempo di mescolamento non sarà mai inferiore a 60" dal momento in cui tutti i materiali sono stati introdotti, per betoniere fino a 1 $m^3$.
Per betoniere superiori si prolungherà il tempo di mescolamento di 15" per ogni mezzo $m^3$ addizionale.
La betoniera non dovrà essere caricata oltre la sua capacità nominale: in particolare, le betoniere dovranno essere accuratamente vuotate dopo ogni impasto ed il calcestruzzo dovrà essere trasportato direttamente al luogo di impiego e ivi posto in opera.
L'impasto con autobetoniere dovrà essere portato a termine alla velocità di rotazione ottimale per l'impasto.
Trasporto del calcestruzzo
Il trasporto del calcestruzzo fresco dall'impianto di betonaggio alla zona del getto deve avvenire mediante sistemi che evitino separazione e perdita di materiali e che assicurino un approvvigionamento continuo del calcestruzzo.
Detti sistemi devono essere approvati dall'Ufficio di Direzione Lavori.
Il trasporto del calcestruzzo mediante veicoli non provvisti di dispositivo di agitazione sarà permesso solo se il tempo tra l'impasto e la messa in opera non superi 25 minuti.
Per periodi di tempo più lunghi si dovrà provvedere al mescolamento continuo durante il trasporto.
La capacità dei veicoli dovrà essere uguale o un multiplo intero di quella della betoniera per evitare il frazionamento di impasti nella distribuzione.
Gli organi di scarico saranno tali da poter controllare la velocità e la quantità del getto; inoltre nelle fasi di scarico la massima altezza di caduta libera del getto ammessa sarà inferiore a 1,50 m.
Particolare cura sarà rivolta al controllo delle perdite di acqua per evaporazione durante il trasporto a mezzo di autobetoniere; a questo scopo si controllerà la consistenza o la plasticità del calcestruzzo con prelievi periodici a giudizio dall'Ufficio di Direzione Lavori.
Il calcestruzzo potrà essere trasportato anche mediante un impianto di pompaggio, il quale però deve essere sistemato in modo tale da assicurare un flusso regolare ed evitare l'intasamento dei tubi e la segregazione degli inerti.
La tubazione di adduzione dovrà essere piazzata in modo da evitare il più possibile l'ulteriore movimento del calcestruzzo.
Gli inconvenienti ed i ritardi che si verificassero nella messa a punto dell'impianto di pompaggio, anche dopo l'approvazione dall'Ufficio di Direzione Lavori, sono a carico dell'Impresa che ne resta responsabile a tutti gli effetti.
Getto del calcestruzzo
L'Impresa è tenuta ad informare l'Ufficio di Direzione Lavori dell'esecuzione dei getti e potrà procedere nell'operazione solo previa ispezione ed autorizzazione dell'Ufficio di Direzione Lavori ed in presenza di un rappresentante della stessa.
Inoltre dovrà provvedere a che tutta l'attrezzatura sia sufficiente ad assicurare una esecuzione di getto continua e senza interruzioni imputabili a ritardi di trasporto del calcestruzzo, ad insufficienza dei vibratori, a mano d'opera scarsa e male addestrata. In caso di lavoro notturno sarà particolarmente curata l'illuminazione, specie per il controllo del getto in casseforme strette e profonde.
L'impianto di illuminazione necessario sarà a carico dell'Impresa.
Tutte le superfici dentro cui dovrà essere versato il calcestruzzo dovranno essere asciutte, esenti da

detriti, terra od altro materiale nocivo e saranno approvate previamente dall'Ufficio di Direzione Lavori.
Temperatura di getto
Non si dovrà procedere al getto del calcestruzzo qualora la sua temperatura sia superiore a +28°C oppure inferiore a +4°C.
Se la temperatura ambiente fosse inferiore a +4°C quella dell'impasto dovrà essere superiore ai +10°C.
Durante la stagione calda sarà permesso raffreddare convenientemente gli inerti e l'acqua mentre durante la stagione fredda si potranno riscaldare gli stessi fino ad una temperatura massima di +40°C e non oltre per evitare la falsa presa di getto. Gli accorgimenti tecnici usati a questo scopo devono essere approvati dalla Direzione Lavori.
Il costo relativo al raffreddamento o riscaldamento del calcestruzzo sarà completamente a carico dell'Impresa. In ogni caso è vietata l'esecuzione di getti all'aperto quando la temperatura ambiente sia inferiore a -10°C.
Esecuzione del getto
L'Impresa dovrà assicurarsi e provvedere affinché tutta l'attrezzatura sia sufficiente ad assicurare una esecuzione di getto continua e senza interruzioni imputabili a ritardi di trasporto od ad insufficienze di vibrazione e/o a mano d'opera scarsa o male addestrata.
Il calcestruzzo sarà gettato in strati di altezza non superiore a 50 cm; ogni strato sarà opportunamente vibrato, specialmente per strutture sottili.
L'Impresa non potrà eseguire getti in presenza di acqua, salvo esplicita autorizzazione dall'Ufficio di Direzione Lavori.
Qualora i getti debbano eseguirsi in presenza d'acqua, l'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, ad attuare adeguati sistemi di captazione delle acque e di drenaggio delle stesse, in modo da evitare il dilavamento dei calcestruzzi od il formarsi di pressioni dannose a tergo dei rivestimenti durante la presa.
Qualora si verifichino interruzioni per cause impreviste, il getto sarà interrotto in zone in cui meglio convenga la formazione di un giunto di costruzione, d'accordo con l'Ufficio di Direzione Lavori. In nessun caso saranno ammessi ferri d'armatura in vista e rappezzi con intonaci, indice di deficiente esecuzione dei getti e di vibrazione.
Vibrazione dei getti
Il calcestruzzo sarà steso nelle casseforme e costipato con adatti vibratori ad immersione. Il tempo e gli intervalli di immersione dei vibratori nel getto saranno approvati dall'Ufficio di Direzione Lavori, in relazione al tipo di struttura e di calcestruzzo.
La vibrazione dovrà essere effettuata immergendo verticalmente il vibratore che dovrà penetrare in ogni punto per almeno 10 cm nella parte superiore dello strato gettato precedentemente, vibrandolo.
In linea di massima la durata di vibrazione per $m^3$ di calcestruzzo non sarà minore di 3 minuti.
In ogni caso la vibrazione dovrà essere interrotta prima di provocare la segregazione degli inerti e del cemento.
L'Impresa è tenuta a fornire in numero adeguato i vibratori adatti (7000 giri al minuto per tipi ad immersione; 8000 giri minuto per tipi da applicare alla casseforme).
In particolare anche i getti in pareti sottili (spessore rustico 15 cm) dovranno essere vibrati salvo disposizioni contrarie dell'Ufficio di Direzione Lavori; le difficoltà di queste vibrazioni non potranno dar luogo, da parte dell'Impresa, a richieste di sovrapprezzi o giustificazioni per eventuali ritardi.
L'Impresa dovrà adottare cure particolari per i getti e la vibrazione dei calcestruzzi di strutture a contatto con i liquidi (come serbatoi, vasche, canalette, pozzetti, ecc.) in modo da garantire la impermeabilità degli stessi.
Al limite del possibile bisognerà evitare le riprese di getto.
Giunti di costruzione nei getti
Le posizioni dei giunti di costruzione e delle riprese di getto delle strutture in calcestruzzo semplice e armato dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione dall'Ufficio di Direzione Lavori. In particolare è fatto esplicito obbligo che il getto di tutte le strutture orizzontali (per esempio platee, solettoni di fondazione, travi con relative solette) che per necessità strutturali debbono garantire un

comportamento perfettamente monolitico siano prive di riprese.
In particolare potrà essere richiesto che il getto dei basamenti di macchine rotanti od alternative, sia eseguito senza soluzioni di continuità, in modo da evitare le riprese di getto, senza che per tale fatto alcun onere addizionale venga richiesto da parte dell' Impresa.
Qualora l'interruzione del getto superi le 8 ore occorrerà, prima di versare lo strato successivo, scalpellare, sabbiare e lavare la superficie di ripresa e stendervi uno strato di 1÷2 cm di malta formata dal medesimo impasto della classe di calcestruzzo del getto al quale saranno tolti gli inerti grossi.
Giunti di dilatazione
Tutti i giunti di dilatazione saranno eseguiti e localizzati come indicato nei disegni.
La superficie del calcestruzzo in corrispondenza dei giunti dovrà essere resa regolare in modo da mantenere un interspazio costante, uniforme e pulito per tutta l'estensione del giunto.
Eventuale materiale di riempimento sarà costituito da cartonfeltro bitumato e mastice di bitume o da altro materiale approvato dall'Ufficio di Direzione Lavori.
L'impermeabilità o tenuta dei giunti verrà ottenuta mediante nastri in PVC o gomma o lamierini di rame.
Protezione del getto
Dopo avvenuto il getto è necessario che il calcestruzzo sia mantenuto umido per almeno 8 giorni e protetto dall'azione del sole, del vento secco, dell'acqua e delle scosse meccaniche.
I metodi di protezione del getto che assicurino il mantenimento delle condizioni richieste per la stagionatura saranno di responsabilità dell'Impresa ma soggetti all'approvazione dell'Ufficio di Direzione Lavori.
Per i getti di calcestruzzo da eseguirsi durante la stagione invernale, dovranno essere prese particolari precauzioni e disposizioni al fine di evitare gli effetti deleteri del gelo.
È escluso di norma l'impiego di prodotti antigelo da aggiungere agli impasti, mentre dovranno essere invece adottate le seguenti disposizioni:
- l'acqua di impasto dovrà essere riscaldata a +60°C con i mezzi ritenuti più idonei allo scopo;
- l'introduzione d'acqua a +60°C nelle betoniere assicurandosi d'altra parte che il cemento e gli inerti siano ad una temperatura superiore a 0°C e tenuto conto dei dosaggi, dovrà permettere di avere all'uscita un impasto ad una temperatura compresa fra +10°C ÷ +15°C;
- nel caso di riscaldamento dell'acqua e degli inerti, questi non devono superare i +40°C sia per l'acqua sia per gli inerti;
- le temperature degli impasti dovranno essere misurate all'uscita delle betoniere, a mezzo di termometri.

Si potranno proteggere i getti, quando la temperatura scende al di sotto di -5°C, con coperture in teli impermeabili e riscaldatori a vapore o ad aria calda umidificata.
In questo caso sarà riconosciuto un prezzo di addizionale al calcestruzzo gettato.
Finitura delle superfici del calcestruzzo
Per quelle strutture in calcestruzzo che dovranno restare in vista o avranno funzioni idrauliche, dovranno essere particolarmente curate le proporzioni degli impasti e le modalità del getto.
Dovrà essere escluso un aumento del rapporto effettivo acqua-cemento oltre il valore di 0,45 e la lavorabilità necessaria deve raggiungersi con l'aggiunta di fluidificanti.
La posa in opera dovrà essere molto curata ed il getto dell'impasto nel cassero effettuato a piccoli quantitativi.
La vibratura dovrà essere ininterrotta per tutta la durata del getto.
In particolare dovrà essere curato il distanziamento della armatura in ferro dal fondo delle casseforme.
In relazione alla finitura superficiale dei getti si adotteranno 4 classi caratteristiche di valutazione realizzate sulla base delle indicazioni dei disegni.
Gli eventuali lavori da eseguire al fine di ottenere la rispondenza delle finiture superficiali al grado richiesto dai disegni saranno realizzati per mezzo di mano d'opera specializzata.
Tutte le irregolarità superficiali continue saranno rilevate con righello di 1,50 m. Tutti i difetti riscontrati verranno eliminati non appena disarmate le casseforme, dopo l'ispezione dell'Ufficio di Direzione Lavori.

La definizione di ciascuna classe di finitura è la seguente:
- F1, si applica alle superfici che saranno ricoperte con terra o materiale di riempimento ed avrà le seguenti caratteristiche:
  irregolarità superficiali 2,5 cm;
- F2, si applica alle superfici non sempre esposte alla vista e che non richiedano una finitura maggiore, ed alle superfici che sono destinate ad essere intonacate:
  irregolarità superficiali brusche 1 cm; irregolarità superficiali continue 1,5 cm;
- F3, si applica alle superfici destinate a rimanere esposte alla vista o a contatto con liquidi in movimento:
  irregolarità superficiali brusche 0,5 cm; irregolarità superficiali continue 1,0 cm;
- F4, si applica alle superfici che richiedono particolare precisione, alle facce degli elementi prefabbricati, piattaforme di supporto di macchinari ed opere idrauliche:
  irregolarità superficiali brusche e continue 0,2 cm.

Si tenga presente che i calcestruzzi per i quali è richiesta la finitura F3 devono avere dosaggio di cemento non inferiore a 3 kN/m$^3$ (300 kgf/m$^3$).
È facoltà dell'Ufficio di Direzione Lavori esigere, soprattutto per le finiture F3 ed F4, campionature sul posto onde poter definire le caratteristiche più opportune delle casseforme, il sistema di disarmo, la troncatura e sfilaggio dei tiranti metallici d'ancoraggio ecc. per realizzare il grado di finitura richiesto.
Salvo riserva di accettazione da parte dell'Ufficio di Direzione Lavori, l'Impresa eseguirà a sue spese quei lavori di sistemazione delle superfici che si rendessero necessari per difetti od irregolarità maggiori di quelli ammessi per ogni grado di finitura.
In particolare per quelle strutture che richiedano gradi di finitura F3 ed F4 si dovrà ricorrere a sgrossatura con mola elettrica, stuccatura e successiva smerigliatura con mola delle superfici.
Inserti a tenuta nei calcestruzzi
Tutti gli inserti, come tubi, profilati metallici, ecc., che attraversano strutture di, dovranno essere posti in opera nei punti precisi indicati sui disegni e con sistemi tali da impedire perdite o filtrazioni nel contatto calcestruzzo-inerti.
Pertanto potranno essere permessi giunti o alette metalliche che garantiscano la tenuta e resistano alla pressione del liquido nonché l'uso di malta sigillante a tenuta idraulica.
La fornitura e la posa di tali accorgimenti saranno a carico dell'Impresa.

### Art. 2.8.2.3 *Prove di accettazione e controllo*

Il prelievo di campioni, le dimensioni e la stagionatura dei provini per la resistenza a compressione dei vari calcestruzzi dovranno essere costantemente controllati secondo le Norme UNI n.6126-67; 6127-67; 6130-67; 6132-67 per ogni classe di calcestruzzo.
I provini saranno confezionati a cura dell'Impresa ed inviati ai Laboratori Italiani ufficialmente autorizzati e stabiliti dall'Ufficio di Direzione Lavori, a cura e spese dell' Impresa.
Pertanto l'Impresa dovrà disporre di materiale adeguato e di ambienti e personale adatto per eseguire le relative operazioni.
Il prelievo dei campioni sarà effettuato nel rispetto delle direttive di cui al D.M. 09 gennaio 1996 ed in ogni caso con la frequenza di almeno una serie di provini per ogni struttura principale per ogni tipo di calcestruzzo, con facoltà dell'Ufficio di Direzione Lavori di richiedere per strutture particolarmente importanti, a suo insindacabile giudizio, prelievi addizionali, sempre restando a carico dell'Impresa tutte le spese relative.
La prova di resa volumetrica dell'impasto verrà eseguita attraverso il peso di volume del conglomerato eseguita con il metodo UNI 6394-68 ed il peso totale dell'impasto.
Per eventuali prove che l'Ufficio di Direzione Lavori volesse eseguire sopra gli impianti od i calcestruzzi in opera, l'Impresa è tenuta a fornire tutta l'assistenza del caso.

### *Art. 2.8.3 Casseforme*

#### Art. 2.8.3.1 Caratteristiche dei materiali

Le casseforme per i getti di calcestruzzo dovranno essere costruite con pannelli metallici o tavole sufficientemente robuste, ben collegate fra loro e controventate ad evitare spanciamenti e distacchi delle stesse durante le vibrature del getto.
Sono previsti due tipi:

a) casseforme per getti da intonacare o contro terra e comunque non soggetti a particolari esigenze estetiche. Potranno essere in tavolame comune, purché ben diritto ed accuratamente connesso, o metalliche;
b) casseforme per getti da lasciare in vista o a contatto con le acque. Dovranno essere metalliche od in tavolame accuratamente piallato o stuccato a gesso o in compensato, così da dare luogo a superfici particolarmente lisce ed uniformi.

Le tavole dovranno avere di regola dimensioni uguali fra loro e saranno poste in opera a giunti sfalsati.
Quando indicato dai disegni esecutivi, gli spigoli verticali e orizzontali dovranno essere smussati ed arrotondati.
L'arrotondamento suddetto si realizzerà con opportuni listelli disposti nelle casseforme.
In particolare dovrà essere curata la tenuta d'acqua dei casseri al fine di evitare fuoriuscita della boiacca di cemento e conseguente dilavamento dell'impasto, in corrispondenza delle fessure, soprattutto negli spigoli orizzontali e verticali.
Tale tenuta sarà realizzata, oltre che con l'adozione dei listelli triangolari di smusso, mediante accurata stuccatura e con rabboccamento esterno perimetrale di malta povera, specie nei punti di ripresa a spicco dei pilastri da solette o strutture già eseguite.

#### Art. 2.8.3.2 Modalità esecutive

Al momento del getto del calcestruzzo la superficie interna delle casseforme dovrà essere esente da qualsiasi incrostazione di malta, boiacca od altra sostanza estranea.
Prima della posa delle casseforme, le superfici delle casseforme stesse che verranno in contatto con il calcestruzzo, dovranno essere lubrificate con olio di paraffina raffinato in modo da migliorare lo stacco delle casseforme dalle strutture durante il disarmo.
Non sarà permesso l'uso di tali prodotti disarmanti quando le casseforme siano già montate per il getto.
Il disarmo delle casseforme sarà effettuato solo quando il calcestruzzo avrà raggiunto una resistenza sufficiente a sopportare le tensioni cui sarà sottoposto durante e dopo il disarmo stesso.
In ogni caso non si potrà procedere al disarmo senza previa autorizzazione dell'Ufficio di Direzione Lavori.
Potrà inoltre essere necessario che, in casi particolari, le casseforme, con relativi puntelli e sbadacchiature, vengano mantenute in opera oltre il necessario, su specifica richiesta dell'Ufficio di Direzione Lavori.

## *Art. 2.8.4 Armature*

### Art. 2.8.4.1 Caratteristiche dei materiali

Gli acciai per calcestruzzi armati dovranno essere conformi a quanto riportato nel al DM. 17/01/2018 N.T.C. 2018 "Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni».
Si useranno barre ad aderenza migliorata del tipo B450C controllate in stabilimento.
L'acciaio per calcestruzzo armato B450C è caratterizzato dai seguenti valori nominali della tensione di snervamento e della tensione a carico massimo da utilizzare nei calcoli:

| | |
|---|---|
| $f_{y\,nom}$ | 450 N/mm² |
| $f_{t\,nom}$ | 540 N/mm² |

e deve rispettare i requisiti indicati nella seguente Tab

| Caratteristiche | | Requisiti | Frattile (%) |
|---|---|---|---|
| Tensione caratteristica di snervamento | $f_{yk}$ | $\geq f_{y\,nom}$ | 5.0 |
| Tensione caratteristica a carico massimo | $f_{tk}$ | $\geq f_{t\,nom}$ | 5.0 |
| | $(f_t/f_y)_k$ | $\geq 1{,}15$ | 10.0 |
| | | $< 1{,}35$ | |
| | $(f_y/f_{ynom})_k$ | $\leq 1{,}25$ | 10.0 |
| Allungamento | $(A_{gt})_k$ | $\geq 7{,}5\%$ | 10.0 |
| Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza cricche: | $\phi < 12$ mm | $4\,\phi$ | |
| | $12 \leq \phi \leq 16$ mm | $5\,\phi$ | |
| | per $16 < \phi \leq 25$ mm | $8\,\phi$ | |
| | per $25 < \phi \leq 40$ mm | $10\,\phi$ | |

### Art. 2.8.4.2 Modalità esecutive

L'Impresa provvederà all'esecuzione dei piani di dettaglio delle armature (contenenti le liste dei ferri con le quantità di peso corrispondenti alle diverse posizioni) in base ai piani di progetto.
L'Ufficio di Direzione Lavori potrà apportare modifiche alle armature di progetto. In questa eventualità l'Impresa non potrà richiedere alcun compenso speciale oltre a quanto spettantegli in base all'applicazione del prezzo di contratto per le quantità di ferri impiegati.
Le armature dovranno essere fissate nelle casseforme nella loro posizione finale (per mezzo di piastrine distanziatrici in cemento o dispositivi analoghi) e legate con filo di ferro strettamente una all'altra in modo da formare una gabbia rigida.
Le sbarre dovranno essere pulite dalla ruggine e dai residui di tinta o di oli che ne possano pregiudicare la aderenza.
Le saldature saranno ammesse solo se consentite caso per caso dall'Ufficio di Direzione Lavori e saranno realizzate in tal caso per sovrapposizione. Delle unioni per saldatura verranno eseguite verifiche periodiche da parte dell'Ufficio di Direzione Lavori, tutte a spese dell'Impresa.

In ogni caso, in corrispondenza di superfici di calcestruzzo a contatto con i liquami, il ricoprimento dei ferri non dovrà essere inferiore ai 3 cm dal perimetro esterno delle barre di armatura.

### Art. 2.8.4.3 Prove di accettazione e controllo

L'Ufficio di Direzione Lavori si riserva il diritto di interrompere i getti e di far demolire, a cura e spese dell'Impresa, le parti eseguite qualora non fossero verificate le condizioni di cui sopra.
L'Impresa, per ogni carico di ferro di armatura che dovrà essere utilizzato nell'opera o nell'impianto, dovrà fornire anche un certificato del fabbricante del ferro che attesti la qualità e la idoneità del ferro secondo la normativa sopra richiamata.
In ogni caso l'Ufficio di Direzione Lavori richiederà prove sui ferri; resta stabilito che il ferro che non raggiunga le caratteristiche richieste non verrà impiegato nelle opere e dovrà essere allontanato dal cantiere. Tutti gli oneri derivanti all'Impresa, per certificati e prove di cui sopra, sono a suo carico.

## Art. 2.9 Impianto smaltimento acque meteoriche

**Caditoie**
Si intendono i dispositivi che hanno la funzione di raccolta delle acque defluenti nelle cunette stradali o ai bordi di superficie scolanti opportunamente sagomate.
Le caditoie devono essere costituite da un pozzetto di raccolta interrato, generalmente prefabbricato, dotate di un dispositivo di coronamento, formato da un telaio che sostiene un elemento mobile, detto griglia o coperchio, che consente all'acqua di defluire nel pozzetto di raccolta per poi essere convogliata alla condotta di fognatura.
La presa dell'acqua avviene a mezzo di una bocca superiore, orizzontale o verticale, i cui principali tipi sono: a griglia; a bocca di lupo; a griglia e bocca di lupo; a fessura.
Un idoneo dispositivo posto tra la griglia di raccolta e la fognatura deve impedire il diffondersi degli odori verso l'esterno (caditoia sifonata).
Le caditoie potranno essere disposte secondo le prescrizioni del punto 5 della UNI EN 124 – Dispositivi di coronamento e di chiusura per zone di circolazione. Principi di costruzione, prove di tipo, marcatura e controllo qualità – che classifica i dispositivi di chiusura e di coronomamento nei seguenti gruppi in base al luogo di impiego:
– Gruppo 1 (classe A 15) per zone usate esclusivamente da ciclisti e pedoni
– Gruppo 2 (classe B 125) per marciapiedi, zone pedonali, aree di sosta e parcheggi multipiano
– Gruppo 3 (classe C 250), per banchine carrabili e cunette e parcheggi per automezzi pesanti, che si estendono al massimo per 50 cm nella corsia di circolazione e fino a 20 cm sul marciapiede, a partire dal bordo
– Gruppo 4 (classe D 400), per strade provinciali e statali e aree di parcheggio per tutti i tipi di veicoli
– Gruppo 5 (classe E 600), per aree soggetti a transito di veicoli pesanti
– Gruppo 6 (classe F 900) per aree soggetti a transito di veicoli particolarmente pesanti.

**Pozzetti per la raccolta delle acque**
I pozzetti per la raccolta delle acque stradali potranno essere costituiti da pezzi speciali intercambiabili, prefabbricati in conglomerato cementizio armato vibrato ad elevato dosaggio di cemento e pareti di spessore non inferiore a 4 cm, ovvero confezionato in cantiere, con caditoia conforme alle prescrizioni della norma UNI EN 124.
Potranno essere realizzati mediante associazione dei pezzi idonei: pozzetti con o senza sifone e con raccolta dei fanghi attuata mediante appositi cestelli tronco-conici in acciaio zincato muniti di manico,

ovvero con elementi di fondo installati sotto lo scarico. La dimensione interna del pozzetto dovrà essere maggiore o uguale a 45 x 45 cm e di 45 x 60 cm per i pozzetti sifonati; il tubo di scarico deve avere diametro interno minimo 150 mm.
I pozzetti devono essere forniti perfettamente lisci e stagionati, privi di cavillature, fenditure, scheggiature o altri difetti; l'eventuale prodotto impermeabilizzante deve essere applicato nella quantità indicata dalla direzione dei lavori.
I pozzetti stradali prefabbricati in calcestruzzo armato saranno posti in opera su sottofondo in calcestruzzo dosato a 200 kq di cemento tipo 325 per m3 d'impasto; la superficie superiore del sottofondo dovrà essere perfettamente orizzontale ed a quota idonea a garantire l'esatta collocazione altimetrica del manufatto rispetto alla pavimentazione stradale.
Prima della posa dell'elemento inferiore, si spalmerà il sottofondo con cemento liquido, e, qualora la posa avvenga a sottofondo indurito, questo dovrà essere convenientemente bagnato.
I giunti di collegamento dei singoli elementi prefabbricati devono essere perfettamente sigillati con malta cementizia.
Nella posa dell'elemento contenente la luce di scarico, si avrà cura di angolare esattamente l'asse di questa rispetto alla fognatura stradale, in modo che il condotto di collegamento possa inserirsi in quest'ultima senza curve o deviazioni.
Per consentire la compensazione di eventuali differenze altimetriche, l'elemento di copertura dovrà essere posato su anelli di conguaglio dello spessore occorrente.
Se l'immissione avviene dal cordolo del marciapiede, si avrà cura di disporre la maggiore delle mensole porta secchiello parallela alla bocchetta, così da guidare l'acqua. Poiché lo scarico del manufatto è a manicotto, qualora vengano impiegati, per il collegamento alla fognatura, tubi a bicchiere, tra il bicchiere del primo tubo a valle e il manicotto del pozzetto dovrà essere inserito un pezzo liscio di raccordo.

**Materiali**
Il punto 6.1.1 della norma UNI EN 124 prevede per la fabbricazione dei dispositivi di chiusura e di coronamento, escluso le griglie, l'impiego dei seguenti materiali:
1) ghisa a grafite lamellare
2) ghisa a grafite sferoidale
3) getti in acciaio
4) acciaio laminato
5) uno dei materiali ai punti precedenti abbinati con calcestruzzo
6) calcestruzzo armato.
L'eventuale uso di acciaio laminato sarà ammesso previa adeguata protezione contro la corrosione; il tipo di protezione richiesta contro la corrosione dovrà essere stabilito previo accordo fra direzione dei lavori e appaltatore.
La citata norma UNI EN 124 prevede per la fabbricazione delle griglie i seguenti materiali:
1) ghisa a grafite lamellare
2) ghisa a grafite sferoidale
3) getti in acciaio.
Il riempimento dei coperchi potrà essere realizzato in calcestruzzo o in altro materiale adeguato, solo previo consenso della direzione dei lavori.
I materiali di costruzione devono essere conformi alle norme di cui al punto 6.2 della UNI EN 124.
Nel caso di coperchio realizzato in calcestruzzo armato: per le classi da B 125 a F 900, il calcestruzzo dovrà avere una resistenza a compressione a 28 giorni, secondo le norme DIN 4281, pari ad almeno 45 N/mm2, nel caso di provetta cubica con 150 mm di spigolo, e pari a 40 N/mm2 nel caso di provetta cilindrica di 150 mm di diametro e 300 mm di altezza; per la classe A 15 la resistenza a compressione del calcestruzzo non deve essere inferiore a 20 N/mm2.
Il copriferro in calcestruzzo dell'armatura del coperchio dovrà avere uno spessore di almeno 2 cm su tutti i lati, eccettuati i coperchi che hanno il fondo in lastra di acciaio, getti d'acciaio, ghisa a grafite lamellare o sferoidale.
Il calcestruzzo di riempimento del coperchio dovrà essere additivato con materiali indurenti per

garantire una adeguata resistenza all'abrasione.

**Marcatura**
Secondo il punto 9 della UNI EN 124, tutti i coperchi, griglie e telai devono portare una marcatura leggibile e durevole e visibile dopo la posa in opera, indicante:
– la norma UNI
– la classe o le classi corrispondenti
– il nome e/o la sigla del produttore
– marchio dell'eventuale ente di certificazione
– eventuale indicazioni previsti dalla lett. e) del citato punto 9 della UNI EN 124
– eventuale indicazioni previsti dalla lett. f) del citato punto 9 della UNI EN 124.

**Caratteristiche costruttive**
I dispositivi di chiusura e di coronamento devono essere esenti da difetti che possano comprometterne l'uso.
I dispositivi di chiusura dei pozzetti possono essere previsti con o senza aperture di aerazione.
Nel caso in cui i dispositivi di chiusura sono con aperture d'aerazione, la superficie minima d'aerazione dovrà essere conforme ai valori del prospetto II del punto 7.2 della UNI EN 124.

**Aperture di aerazione**
Le aperture d'aerazione dei dispositivi di chiusura devono avere dimensioni secondo il tipo di classe di impiego.

**Sedi**
La superficie di appoggio dei coperchi e delle griglie dovrà essere liscia e sagomata in modo tale da consentire una perfetta aderenza ed evitare che si verifichino spostamenti e rotazioni, ed emissione di rumore; a tal fine, la direzione dei lavori si riserva di prescrivere l'impiego di idonei supporti elastici per prevenire tali inconvenienti.

**Sbloccaggio e rimozione dei coperchi**
Dovrà essere previsto un idoneo dispositivo che assicuri lo sbloccaggio e l'apertura dei coperchi.

**Dispositivi di chiusura e di coronamento**
I pezzi di copertura dei pozzetti saranno costituiti da un telaio nel quale troveranno alloggiamento le griglie, per i pozzetti da cunetta, ed i coperchi, per quelli da marciapiede.
Nel caso sia prevista l'installazione dei cesti per il fango, potrà essere prescritto che la griglia sia munita di una tramoggia per la guida dell'acqua.
Prima della posa in opera, la superficie di appoggio dei dispositivi di chiusura e di coronamento dovrà essere convenientemente pulita e bagnata; verrà quindi steso un letto di malta a 500 kg di cemento tipo 425 per m3 di impasto, sopra il quale sarà infine appoggiato il telaio.
La superficie superiore del dispositivo dovrà trovarsi, a posa avvenuta, al perfetto piano della pavimentazione stradale.
Lo spessore della malta che si rendesse a tale fine necessario non dovrà tuttavia eccedere i 3 cm; qualora occorressero spessori maggiori, dovrà provvedersi in alternativa, a giudizio della direzione dei lavori, o all'esecuzione di un sottile getto di conglomerato cementizio a 4 q di cemento tipo 425 per m3 d'impasto, confezionato con inerti di idonea granulometria ed opportunamente armato, ovvero all'impiego di anelli di appoggio in conglomerato cementizio armato prefabbricato. Non potranno in nessun caso essere inseriti sotto il quadro, a secco o immersi nel letto di malta, pietre, frammenti, schegge o cocci.
Qualora, in seguito ad assestamenti sotto carico, dovesse essere aggiustata la posizione del quadro, questo dovrà essere rimosso e i resti di malta indurita saranno asportati. Si procederà quindi alla stesura del nuovo strato di malta, in precedenza indicato, adottando, se è il caso, anelli d'appoggio.

I dispositivi di chiusura e di coronamento potranno essere sottoposti a traffico non prima che siano trascorse 24 ore dalla loro posa. A giudizio della direzione dei lavori, per garantire la corretta collocazione altimetrica, devono essere impiegate armature di sostegno, da collocarsi all'interno delle camerette e da recuperarsi a presa avvenuta.
Per consentire la compensazione di eventuali differenze altimetriche, l'elemento di copertura dovrà essere posato su anelli di conguaglio dello spessore occorrente.

**Tubazioni in P.V.C. rigido**

La tubazione sarà costituita da tubi in policloruro di vinile non plastificato con giunti a bicchiere sigillati a collante o con guarnizioni di tenuta a doppio anello asimmetrico in gomma, dei tipi SN2 SDR 51, SN4 SDR 41 e SN8 SDR 34, secondo la norma UNI 1401-1.
Verrà interrata in un cavo di dimensioni previste in progetto sul cui fondo sarà predisposto del materiale fino di allettamento; qualora previsto in progetto verrà rinfrancato con conglomerato del tipo di fondazione con Rck ≥25 MPa.
Su ogni singolo tubo dovrà essere impresso, in modo evidente, leggibile ed indelebile, il nominativo del produttore, il diametro esterno, l'indicazione del tipo e la pressione di esercizio.
La direzione dei lavori potrà prelevare campioni di tubi ed inviarli ad un laboratorio specializzato per essere sottoposti alle prove prescritte dalle norme di unificazione; qualora i risultati non fossero rispondenti a dette norme l'impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, alla sostituzione dei materiali non accettati.

## Art. 2.10 Diaframmi in c.a.

### *Art. 2.10.1 Generalità'*

Per diaframma si intende un'opera con funzioni di sostegno delle terre, ma anche di fondazione, difesa di opere preesistenti, etc., realizzato asportando e sostituendo il terreno con un conglomerato cementizio armato.
Lo scavo è eseguito per elementi singoli (pannelli), le cui dimensioni corrispondono alle dimensioni nominali dell'utensile di scavo, o ad un suo multiplo, gettati monoliticamente.

Per pannelli si intendono i singoli elementi costituenti il diaframma. Pannelli isolati possono essere utilizzati per realizzare fondazioni profonde, alle stregua di pali trivellati di grande diametro.

I giunti di un diaframma sono costituiti dalle superfici di contatto tra i singoli pannelli costituenti il diaframma.

### *Art. 2.10.2 Normativa di riferimento*

I lavori saranno eseguiti in accordo, ma non limitatamente, alle seguenti leggi:
- Decreto Ministeriale 09/01/1996: “Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in conglomerato cementizio armato normale e precompresso”.
- Decreto Ministeriale 11/03/1988: “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”.
N.T.C.2018

### *Art. 2.10.3 Diaframmi in cemento armato*

*La tecnica di perforazione sarà di norma basata sull’impiego di fanghi bentonitici.*

Nel caso di terreni argillosi da mediamente consistenti a molto consistenti, esenti da intercalazioni incoerenti e non interessati da falde che possono causare ingresso di acqua nel foro, con valori della resistenza al taglio non drenata (Cu) che alla generica profondità h soddisfino alle condizioni:
Cu ≥ □h / 3
dove:
□ = peso di unità di volume totale.

La perforazione potrà essere eseguita a secco, sempre che non vi sia alcun ingresso di acqua nel foro.

Durante la perforazione occorrerà tener conto della esigenza di non peggiorare le caratteristiche meccaniche del terreno circostante il diaframma.

Dovranno quindi essere minimizzati:
- il rammollimento degli strati coesivi;
- la diminuzione di densità relativa degli strati incoerenti;
- la diminuzione delle tensioni orizzontali efficaci proprie dello stato naturale;
- la riduzione dell’aderenza diaframma-terreno da un impiego improprio.

### *Art. 2.10.4 Tolleranze geometriche*

**Diaframmi in c.a.**
La posizione planimetrica dei diaframmi dovrà mantenersi nelle tolleranze indicate nel progetto.
La verticalità dovrà essere assicurata con tolleranza del 2%; nel caso di diaframmi a tenuta idraulica dovrà essere garantita una tolleranza di un valore massimo pari a S/3 L (S = Spessore; L = profondità del diaframma).

Le tolleranze □S sullo spessore, verificate in base ai volumi di conglomerato cementizio assorbito, sono le seguenti:
per ciascun elemento, in base al suo assorbimento globale:
- 0,01 S < □S ≤ 0,1 S
per ciascuna sezione degli elementi sottoposti a misure dell'assorbimento dose per dose (dose = autobetoniera):
- 0,01 S < □S ≤ 0,01 S

La profondità "L", dovrà risultare conforme al progetto ±20 cm.
L'ordine di realizzazione dei singoli pannelli potrà essere fissato o variato a giudizio della Direzione Lavori, senza che perciò l'Impresa abbia diritto ad alcun speciale compenso.

L'Impresa è tenuta ad eseguire a suo esclusivo onere e spesa tutte le opere sostitutive e/o complementari che a giudizio della Direzione Lavori, sentito il Progettista, si rendessero necessarie per garantire piena funzionalità al diaframma in caso di esecuzione non conforme alle tolleranze stabilite.

### *Art. 2.10.5 Preparazione dei piani di lavoro*

**Diaframmi**
L'Impresa avrà cura di accertare che l'area di lavoro non sia attraversata da tubazioni, cavi elettrici o manufatti sotterranei che se incontrati nella perforazione possono recare danno alle maestranze in cantiere o a terzi.

Le attrezzature di perforazione e di servizio dovranno operare da un piano di lavoro preventivamente realizzato, in modo da evitare variazioni di assetto delle attrezzature durante il loro funzionamento.

La quota dei piani di lavoro dovrà essere posta almeno 1,0 m sopra la massima quota dei livelli piezometrici delle falde acquifere (freatiche e/o artesiane) presenti nel terreno.

Gli assi longitudinali dei diaframmi saranno materializzati mediante coppie di cordoli-guida (corree), paralleli e contrapposti ad una distanza netta pari allo spessore nominale del diaframma, aumentato di 10 cm con riferimento ai capisaldi plano-altimetrici di progetto.

I cordoli saranno realizzati in conglomerato cementizio armato. Le dimensioni minime sono 0,35 x 0,80 m; l'armatura sarà continua ed il getto sarà fatto contro il terreno naturale.

Nella realizzazione dei cordoli si avrà cura di posizionare con precisione le casserature metalliche, in modo da ottenere che la linea mediana delle corree non si discosti dalla posizione planimetrica del diaframma in misura superiore alla tolleranza ammessa.
I cordoli hanno inoltre la funzione di guidare l'utensile di scavo, sostenere il terreno più superficiale e costituire un'adeguata vasca per le escursioni del livello del fango bentonitico durante l'introduzione dell'utensile di scavo.
Particolare cura dovrà quindi essere posta nella loro esecuzione sia nei riguardi del tracciamento (quota superiore e direzione), sia per la loro verticalità, in quanto essi costituiscono l'elemento fondamentale per ogni riferimento del diaframma (quote ed allineamento).

I cordoli saranno adeguatamente marcati con chiodi e strisce di vernice in corrispondenza degli estremi di ciascun pannello di diaframma da scavare.

### *Art. 2.10.6 Materiali*

**Diaframmi**
La potenza e la capacità operativa delle attrezzature dovranno in ogni caso essere adeguate alla consistenza del terreno da attraversare ed alle dimensioni dei diaframmi da eseguire nei tempi previsti.

Marcature disposte ad intervalli regolari (1-2 m) sugli organi di manovra degli utensili di scavo dovranno consentire il rapido apprezzamento della profondità alla quale gli utensili stanno operando.

La verticalità delle aste di guida rigide dovrà essere controllata da un indicatore a pendolo disposto sulle stesse.

I fanghi bentonitici da impiegare nella esecuzione di prefori per l'esecuzione di pali trivellati, saranno ottenuti miscelando fino ad avere una soluzione finemente dispersa, i seguenti componenti:
- acqua (chiara di cantiere);
- bentonite in polvere;
- eventuali additivi (disperdenti, sali tampone, etc.).

Nel caso che la perforazione sia eseguita mediante benna mordente, il corpo dell'utensile dovrà lasciare uno spazio tra esso e la parete del foro di ampiezza sufficiente ad evitare "effetti pistone" allorché l'utensile viene sollevato.

Gli utensili di perforazione dovranno avere conformazione tale da non lasciare sul fondo del foro detriti smossi o zone di terreno rimaneggiato.

La benna mordente sarà provvista delle aperture per la fuoriuscita del fango all'atto dell'estrazione.

Il livello del fango nel foro dovrà essere in ogni caso più alto della massima quota piezometrica delle falde presenti nel terreno lungo la perforazione.
Il franco dovrà risultare di norma non inferiore a 1,00 m e non dovrà scendere al di sotto di 0,60 m all'atto dell'estrazione dell'utensile dal foro; a tale scopo si potrà disporre di una fossa di piccola capacità accanto al foro, direttamente connessa alla sua sommità con corto canale.
Ciascun tratto di diaframma sarà eseguito in due fasi: si procederà dapprima alla perforazione ed al getto di elementi alterni e si completerà il tratto in seconda fase, con l'esecuzione degli elementi di chiusura ad avvenuta presa del conglomerato cementizio di quelli eseguiti in prima fase.

Le operazioni dovranno essere programmate e condotte in modo da evitare interazioni pregiudizievoli alla buona riuscita del lavoro tra elementi in corso di esecuzione o appena ultimati.
Il materiale di risulta dovrà essere sistematicamente portato alla discarica, previo trattamento dei fanghi bentonitici, secondo la legislazione vigente.

Qualora si accertasse l'impossibilità di fare eseguire immediatamente il getto all'ultimazione della perforazione (per sosta notturna, difficoltà di approvvigionamento del conglomerato cementizio o

qualunque altro motivo), si dovrà interrompere la perforazione almeno un metro sopra alla profondità finale prevista e riprenderla successivamente, in modo da ultimarla nell'imminenza del getto.

**Attraversamento di trovanti e/o formazioni rocciose**
Nel caso di presenza nel terreno di trovanti lapidei, non estraibili con i normali metodi di estrazione, o di strati rocciosi o cementati e per conseguire una adeguata immorsatura del diaframma nei substrati rocciosi di base si farà ricorso all'impiego di scalpelli frangiroccia azionati a percussione, di peso e forma adeguati.

In alternativa, ed in relazione alla natura dei materiali attraversati, potranno essere impiegate speciali attrezzature fresanti.

L'uso di queste attrezzature dovrà essere frequentemente alternato a quello della benna o del secchione, che hanno il compito di estrarre dal foro i materiali di risulta.

**Armature metalliche**
Le armature trasversali saranno costituite da riquadri o staffe a più braccia, con ampio spazio libero centrale per il passaggio del tubo di getto; esse saranno di norma esterne alle armature verticali.

Le armature metalliche verticali potranno essere costituite da barre tonde oppure da barre ad aderenza migliorata; verranno pre-assemblate fuori opera in «gabbie»; i collegamenti saranno ottenuti con doppia legatura in filo di ferro oppure mediante punti di saldatura elettrica.
Le gabbie di armatura saranno dotate di opportuni distanziatori non metallici atti a garantire la centratura dell'armatura ed un copriferro netto minimo rispetto alla parete di scavo di 6 cm.
Si richiede l'adozione di rotelle cilindriche in conglomerato cementizio (diametro 12-15 cm, larghezza > 6 cm) con perno in tondino metallico fissato a due ferri verticali contigui.
Per i distanziatori in plastica al fine di garantire la solidarietà con il calcestruzzo, è necessario verificare che la loro superficie sia forata per almeno il 25%.

I centratori saranno posti a gruppi di 3-4 regolarmente distribuiti sul periodo e con spaziatura verticale di 3,0-4,0 m.
Non si ammette la distribuzione delle barre verticali su doppio strato; l'intervallo netto minimo tra barra e barra, misurato lungo il perimetro che ne unisce i centri, non dovrà in nessun caso essere inferiori a 7,5 cm con aggregati inferiori ai 2 cm e a 10 cm con aggregati di classe superiore, e comunque con Dmax non superiore ai 40 mm.

Le gabbie di armatura dovranno essere perfettamente pulite ed esenti da ruggine, messe in opera prima dell'inizio del getto mantenute in posto sostenendole dall'alto, evitando in ogni caso di appoggiarle sul conglomerato cementizio già in opera sul fondo del cavo.

**Calcestruzzo**
Il conglomerato cementizio sarà confezionato da apposita centrale di preparazione atta al dosaggio a peso dei componenti.
La dimensione massima degli aggregati dovrà essere inferiore al valore minimo di interspazio tra le armature e comunque non superiore a 40 mm.
Il conglomerato cementizio dovrà avere la resistenza caratteristica cubica di progetto e comunque non dovrà risultare di classe inferiore a 30 MPa.
Il rapporto acqua/cemento non dovrà superare il valore di 0,50 nella condizione di aggregato saturo a superficie asciutta.

La lavorabilità dovrà essere tale da dare uno «slump» al cono di Abrams compreso fra 16 e 18 cm.

Per soddisfare entrambi questi requisiti potrà essere aggiunto all'impasto un idoneo additivo fluidificante non aerante.

E' ammesso altresì l'uso di ritardanti di presa o di fluidificanti con effetto ritardante.

I prodotti commerciali che l'impresa si propone di usare dovranno essere sottoposti all'esame ed all'approvazione preventiva della Direzione Lavori.

I mezzi di trasporto dovranno essere tali da evitare segregazioni dei componenti.

Il conglomerato cementizio dovrà essere confezionato e trasportato con un ritmo tale da consentire di completare il getto di ciascun elemento di diaframma senza soluzione di continuità e nel più breve tempo possibile; in ogni caso ciascun getto dovrà venire alimentato con una cadenza effettiva, inclusi tutti i tempi morti, non inferiore a 20 $m^3$/h**.**

La centrale di confezionamento dovrà quindi consentire la erogazione nell'unità di tempo di volumi di conglomerato cementizio almeno doppi di quello sopra indicato.

## MODALITA' ESECUTIVE

### Diaframmi

*Posa in opera del conglomerato cementizio*
Il conglomerato cementizio sarà posto in opera impiegando un tubo di convogliamento costituito da elementi non più lunghi di 2,50 m di un tubo in acciaio avente diametro interno di 20-25 cm.

L'interno dei tubi sarà pulito, privo di irregolarità e strozzature.

Il tubo sarà provvisto, all'estremità superiore, di una tramoggia di carico avente una capacità di 0,4-0,6 $m^3$, mantenuto sospeso da un mezzo di sollevamento.

Prima di installare il tubo di convogliamento sarà eseguita una ulteriore misura del fondo cavo.
Per diaframmi eseguiti in presenza di fango bentonitico, il tubo di convogliamento sarà posto in opera arrestando il suo piede a 30-60 cm dal fondo della perforazione.

Prima di iniziare il getto si disporrà entro il tubo in prossimità del suo raccordo con la tramoggia, un tappo formato da una palla di malta plastica oppure da uno strato di 30 cm di spessore di vermiculite granulare o di palline di polistirolo galleggianti sul liquido, oppure ancora da un pallone di plastica.

All'inizio del getto si dovrà disporre di un volume di conglomerato cementizio pari a quello del tubo getto di almeno 3-4 m di diaframma.

Il tubo di convogliamento sarà accorciato per tratti successivi nel corso del getto, sempre conservando una immersione minima nel conglomerato cementizio di 2,5 m e massima di 6,0 m.

Per diaframmi perforati a secco non occorre alcun tappo alla sommità del tubo-getto.

Nei casi in cui sia richiesta la impermeabilità del diaframma o la collaborazione statica tra gli elementi che lo compongono, i giunti tra gli elementi dovranno essere opportunamente conformati.

A tale scopo, prima del getto degli elementi primari, si poseranno ai due estremi del pannello da gettare e per tutta la profondità due casseforme metalliche a sezione circolare (o di diversa sezione opportunamente sagomata ed approvata dalla Direzione Lavori).
A presa iniziata, si provvederà ad estrarre per 2 - 3 cm le casseforme mediante un'opportuna attrezzatura oleodinamica, ripetendo l'operazione in tempi successivi qualora le dimensioni dell'elemento comportino durate del getto notevoli e quindi tempi di presa scaglionati per le diverse fasce di profondità di ciascun elemento.
A presa ultimata per tutto il pannello si provvederà all'estrazione completa delle casseforme.

La superficie esterna delle casseforme dovrà essere continua, liscia, priva di incrostazioni ed all'occorrenza spalmata di un prodotto disarmante, in modo da permettere l'esecuzione agevole delle operazioni sopra indicate senza danni per il getto.

Viene inoltre precisata la necessità assoluta che la scapitozzatura delle teste dei diaframmi sia eseguita sino alla completa eliminazione di tutti i tratti in cui le caratteristiche del diaframma non rispondono a quelle previste.

In tal caso è onere dell'Impresa procedere al ripristino del diaframma sino alla quota di sottoplinto o alla quota testa diaframma di progetto.
Nel caso che, durante la eventuale scopertura del paramento in vista del diaframma, si riscontrassero difetti di esecuzione (quali soluzioni di continuità nel conglomerato, non perfetta tenuta dei giunti di collegamento, ecc.), sarà onere dell'Impresa adottare a sua cura e spese i provvedimenti che saranno necessari a giudizio insindacabile della Direzione Lavori.

## Art. 2.11 Pavimentazioni

### *Art. 2.11.1 Generalità*

Le pavimentazioni stradali saranno realizzate solamente quando il terreno di imposta sarà completamente assestato e la superficie esterna non presenterà più cedimenti.
In caso di ripristini a seguito di scavi lungo strade esistenti, i sottofondi e le pavimentazioni stradali saranno estesi per circa 30 cm oltre il bordo degli scavi.
Il fondo dello scavo di cassonetto dovrà essere rullato e regolarizzato prima dell'esecuzione delle pavimentazioni.
I materiali dovranno rispondere ai requisiti sotto indicati, oltre a quanto riportato nei singoli paragrafi.
Il pietrame da utilizzare per massicciate, pavimentazioni, cordoli stradali ecc. dovrà essere conforme a quanto specificato nel R.D. 16 novembre 1939 n.2232.
I pietrischi, i pietrischetti, le graniglie, le sabbie e gli additivi dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali" del C.N.R. - Fascicolo n.4 1953.
Le ghiaie e i ghiaietti dovranno corrispondere come pezzatura e caratteristiche ai requisiti stabiliti nella Tabella UNI 27 10 giugno 1945 e successive modifiche.
Dovranno essere costituiti da elementi sani e tenaci, privi di elementi alterati, essere puliti e particolarmente esenti da materie eterogenee, non presentare perdita di peso, per decantazione in acqua, superiori al 2%.

Le pendenze trasversali dei tratti di piste oggetto di interventi dovranno essere tali da permettere il deflusso delle acque piovane, raccordarsi con quelle dei tratti non interessati dai lavori e comunque secondo quanto impartito dall'Ufficio di Direzione Lavori.

### *Art. 2.11.2 Fondazioni in misto granulare*

#### Art. 2.11.2.1 Generalità

Tali fondazioni sono costituite 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 0,4 UNI.
L'aggregato potrà essere costituito da ghiaie, detriti di cava, frantumato, scorie od anche altro materiale; potrà essere: materiale reperito in sito, entro o fuori cantiere, oppure come miscela di materiali avente provenienze diverse, in proporzioni stabilite attraverso una indagine preliminare di laboratorio e di cantiere.
La stesa del materiale avverrà in strati successivi, ciascuno dei quali non dovrà mai avere uno spessore finito superiore a cm 20 e non inferiore a cm 10.

#### Art. 2.11.2.2 Modalità esecutive

Il piano di posa dello strato dovrà avere le quote, la sagoma ed 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 delle 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 ricostituito a cura e spese dall'Impresa.
Il materiale pronto per il costipamento dovrà presentare in ogni punto la prescritta granulometria.
Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli vibranti o vibranti gommati, tutti semoventi.
L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno, per ogni cantiere, determinate dall'Ufficio di Direzione Lavori con una prova sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere (prove di costipamento).
Il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 95% della densità massima fornita dalla prova AASHO modificata.
La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllato a mezzo di un regolo di m 4,50 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.

### *Art. 2.11.3 Strati di base*

#### Art. 2.11.3.1 Generalità

Lo strato di base è costituito da un misto granulare di frantumato, ghiaia, sabbia ed eventuale additivo (secondo le definizioni riportate nell'art.1 delle norme C.N.R. sui materiali stradali - fascicolo IV/1953), impastato con bitume a caldo, previo preriscaldamento degli aggregati, steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con rulli gommati, vibranti gommati e metallici.

## Art. 2.12 Opere in verde

### *Art. 2.12.1 Generalità*

Prima dell'inizio delle operazioni di sistemazione a verde, l'Impresa dovrà eseguire, con terreno agrario, le eventuali riprese di erosioni che si fossero nel contempo verificate; le riprese saranno profilate con l'inclinazione fissata dalle modine delle scarpate.
L'Impresa non potrà modificare i piani inclinati degli scavi e dei rilevati che, anche dopo il rivestimento del manto vegetale, dovranno risultare perfettamente regolari e privi di buche, pedate od altro, compiendo a sua cura e spese, durante l'esecuzione dei lavori, e fino al collaudo, le riprese occorrenti per ottenere, nelle scarpate, una perfetta sistemazione.
In particolare si prescrive che, nell'esecuzione dei lavori di impianto, l'Impresa debba procedere in modo da non danneggiare i cigli del rilevato, mantenendo le scarpate con l'inclinazione posseduta ed evitando qualsiasi alterazione, anche prodotta dal pedonamento degli operai.

### *Art. 2.12.2 Garanzia d'attecchimento*

La garanzia decorre dal momento della presa in consegna e la sua durata è fissata nei documenti dell'appalto.
L'Impresa si inpegna a fornire una garanzia di attecchimento del 100% per tutte le piante.
L'attecchimento si intende avvenuto quando, al termine di 90 giorni a decorrere dall'inizio della prima vegetazione successiva alla messa a dimora, le piante si presentino sane e in buono stato vegetativo.

### *Art. 2.12.3 Preparazione del terreno*

#### Art. 2.12.3.1 Caratteristiche dei materiali

La materia da usarsi per il rivestimento delle scarpate dei rilevati dovrà essere una miscela di stabilizzato di cava e terreno agrario, vegetale, proveniente da scotico di aree a destinazione agraria da prelevarsi fino alla profondità massima di 1 metro. Dovrà essere a reazione neutra, sufficientemente dotato di sostanza organica e di elementi nutritivi, di medio impasto e comunque adatto a ricevere una coltura erbacea o arbustiva permanente;
*Modalità esecutive*

Sulle scarpate di rilevato la lavorazione del terreno dovrà avere il carattere di vera e propria erpicatura, eseguita però non in profondità, in modo da non compromettere la stabilità delle scarpate.
L'epoca di esecuzione dell'operazione è in relazione all'andamento climatico ed alla natura del terreno; tuttavia, subito dopo completata la profilatura delle scarpate, l'Impresa procederà senza indugio all'operazione di erpicatura, non appena l'andamento climatico lo permetta ed il terreno si trovi in tempera (40÷50% della capacità totale per l'acqua).
Con le operazioni di preparazione agraria del terreno, l'Impresa dovrà provvedere anche alla esecuzione di tutte le opere che si ritenessero necessarie per il regolare smaltimento delle acque di pioggia,
Lo spandimento dei concimi dovrà essere effettuato esclusivamente a mano, con l'impiego di mano d'opera pratica e capace, in maniera da assicurare la maggiore uniformità nella distribuzione.

## *Art. 2.12.4 Semine*

### Art. 2.12.4.1 Caratteristiche dei materiali

Per il seme l'Impresa è libera di approvvigionarsi dalle ditte specializzate di sua fiducia; dovrà però dichiarare il valore effettivo o titolo della semenza, oppure separatamente il grado di purezza ed il valore germinativo.
L'Impresa dovrà fornire sementi selezionate e rispondenti esattamente a genere, specie e varietà richieste, sempre nelle confezioni originali sigillate e munite di certificato di identità ed autenticità con l'indicazione del grado di purezza e di germinabilità e della data di confezionamento e di scadenza stabiliti dalle leggi vigenti sulla certificazione E.N.S.E. (Ente Nazionale Sementi Elette)

### Art. 2.12.4.2 Modalità esecutive

A parziale modifica di quanto prescritto in precedenza per le concimazioni, all'atto della semina l'Impresa dovrà effettuare la somministrazione dei concimi fosfatici o potassici, nei quantitativi sopra indicati.
I concimi azotati invece dovranno venire somministrati a germinazione già avvenuta.
Prima della semina, e dopo lo spandimento dei concimi, il terreno dovrà venire erpicato con rastrello a mano per favorire l'interramento del concime.
Il quantitativo di seme da impiegarsi per ettaro di superficie di scarpate è prescritto in 0,12 N (120 kgf). I miscugli di sementi, da impiegarsi nei vari tratti da inerbire, risultano dalla tabella che segue.
Prima dell'esecuzione dei lavori di inerbimento, da parte dell'Ufficio di Direzione Lavori sarà consegnato all'Impresa un ordine di servizio, nel quale sarà indicato il tipo di miscuglio da impiegarsi nei singoli tratti da inerbire.
Ogni variazione nella composizione dei miscugli dovrà essere ordinata per iscritto dall'Ufficio di Direzione Lavori.
Prima dello spandimento del seme, l'Impresa è tenuta a darne tempestivo avviso all'Ufficio di Direzione Lavori, affinché questa possa effettuare l'eventuale prelevamento di campioni e possa controllare la quantità e i metodi di lavoro.
L'Impresa è libera di effettuare le operazioni di semina in qualsiasi stagione, restando a suo carico le eventuali operazioni di risemina nel caso che la germinazione non avvenisse in modo regolare ed uniforme. La semina dovrà venire effettuata a spaglio a più passate per gruppi di semi di volume e peso quasi uguali, mescolati fra loro, e ciascun miscuglio dovrà risultare il più possibile omogeneo.
Lo spandimento del seme dovrà effettuarsi sempre in giornate senza vento.
La ricopertura del seme dovrà essere fatta mediante rastrelli a mano e con erpice a sacco. Dopo la semina il terreno dovrà venire battuto col rovescio della pala, in sostituzione della normale operazione

di rullatura. Analoga operazione sarà effettuata a germinazione avvenuta.
Le scarpate in rilievo o in scavo potranno venire sistemate mediante una semina eseguita con particolare attrezzatura a spruzzo, secondo le prescrizioni dell'Ufficio di Direzione Lavori e dove questa, a suo giudizio insindacabile, lo riterrà opportuno. La miscela da irrorare mediante idroseminatrici sarà composta da un miscuglio di sementi, concime organico, collanti e sostanze miglioratrici del terreno. Saranno impiegati gli stessi quantitativi di sementi e di concime sopra riportati, mentre i collanti dovranno essere in quantità sufficiente per ottenere l'aderenza dei semi e del concime alle pendici delle scarpate.
Dopo eseguito l'impianto, e fino ad intervenuto favorevole collaudo definitivo delle opere, L'Impresa è tenuta ad effettuare tutte le cure colturali che di volta in volta si renderanno necessarie, come sostituzione di fallanze, potature, diserbi, sarchiature, concimazioni in copertura, sfalci, trattamenti antiparassitari, ecc., nel numero e con le modalità richiesti per ottenere le scarpate completamente rivestite dal manto vegetale.
Dal momento della consegna l'Impresa dovrà effettuare gli sfalci periodici dell'erba esistente sulle aree da impiantare e sulle aree rivestite con zolle di prato. L'operazione dovrà essere fatta ogni qual volta l'erba stessa abbia raggiunto un'altezza media di cm 35.
L'erba sfalciata dovrà venire prontamente raccolta da parte dell'Impresa e allontanata entro 24 ore dallo sfalcio, con divieto di formazione di cumuli da caricare.

### Art. 2.12.4.3 Prove di accettazione e controllo

Prima dell'esecuzione dei lavori l'Ufficio di Direzione Lavori controllerà la corrispondenza dei materiali a quanto prescritto in precedenza mediante prelievo di campioni. Durante l'esecuzione dei lavori controllerà altresì la correttezza dei metodi di lavoro.
L'Impresa, peraltro, deve garantire, indipendentemente dai materiali forniti e dal periodo delle lavorazioni, il completo attecchimento delle coltri erbose, che dovranno risultare prive di alcun tipo di vegetazione infestante o comunque diverso da quanto seminato. Qualora, in sede di collaudo, tali condizioni non dovesse verificarsi, l'Impresa, a sua cura e spese, è obbligata a ripetere tutte le operazioni necessarie per ottenere le prescrizioni di cui sopra.

## CAPO III

## NORME PER LA MISURAZIONE E LA VALUTAZIONE DEI LAVORI

## CAPO II - MODALITÀ DI MISURAZIONE

L'appaltatore dovrà tempestivamente richiedere la misurazione in contraddittorio di quelle opere e somministrazioni di cui successivamente non si potessero accertare la verifica e di tutto ciò che deve essere misurato o pesato prima di essere posto in opera.
Se talune quantità non venissero accertate in tempo debito l'appaltatore dovrà accettare la valutazione della Direzione Lavori. Ogni opera deve corrispondere nelle sue dimensioni a quelle prescritte; nel caso di eccesso si terrà come misura quella prescritta ed in caso di difetto, se l'opera è accettata si terrà come misura quella effettivamente rilevata. Le opere e le provviste sono appaltate a misura od a corpo secondo le indicazioni dell'elenco prezzi di contratto e delle presenti norme.
Nelle misurazioni e relativi computi si seguiranno i procedimenti geometrici che la Direzione Lavori riterrà più convenienti per la maggiore approssimazione delle misure stesse.

### Art. 2.13 Movimenti di terra

Le sezioni di rilievo dovranno essere chiaramente individuate in sito mediante opportuna picchettazione, tale da rendere riconoscibile la sezione anche una volta eseguiti i lavori. La distanza fra due sezioni dovrà essere tale da evidenziare ogni variazione sostanziale. Gli oneri per tutte le operazioni di rilievo e di misurazione sono a carico dell'Impresa.
Nel prezzo di tutti gli scavi si intendono compensati anche:

- l'esecuzione dello scavo anche in presenza d'acqua, compreso l'onere per gli eventuali aggottamenti con l'impiego di pompe;
- l'innalzamento, carico, trasporto e messa a rinterro o a rilevato del materiale scavato nelle aree individuate dalla Direzione Lavori (rinterro e rilevato da realizzarsi con le modalità previste nel paragrafo "Formazione di rilevati), oppure il carico sui mezzi di trasporto, trasporto del materiale di qualsiasi entità proveniente dallo scavo, scarico e sistemazione a discarica pubblica od invece entro le aree poste a disposizione dal Committente o scelte dall'Appaltatore;
- le indennità di deposito temporaneo o definitivo, ovvero il canone demaniale nel caso il materiale avesse valore commerciale e l'Appaltatore intendesse acquisirlo;
- i permessi, i diritti o canoni di discarica se necessari;
- l'esecuzione di fossi di guardia e di qualsiasi altra opera per la deviazione delle acque superficiali e l'allontanamento delle stesse dagli scavi;
- l'esecuzione delle armature, sbadacchiature e puntellamenti provvisori delle pareti degli scavi compreso manodopera, noleggio e sfrido di legname, chioderia e quant'altro occorra per l'armatura ed il disarmo. Sono escluse invece le armature continue degli scavi tipo armature a cassa chiusa e palancole metalliche o simili ad infissione o marciavanti, da utilizzare a insindacabile giudizio della Direzione Lavori;
- l'eventuale mancato recupero, parziale o totale, del materiale impiegato nelle puntellature, nelle sbadacchiature e nelle armature suddette, e ciò anche se gli scavi fossero eseguiti per campioni;
- i maggiori oneri derivanti dagli allargamenti e dalle scarpate che si dovranno dare agli scavi stessi in relazione alle condizioni naturali ed alle caratteristiche delle opere;
- l'accurata pulizia delle superfici di scavo e la loro regolarizzazione;
- la demolizione delle eventuali tombinature o fognature di qualsiasi tipo e dimensioni nonché il loro rifacimento;
- l'incidenza degli interventi, ove necessario, per ricerca, assistenza e superamento di cavi, tubazioni e condutture sotterranee (SIP - ENEL - GAS - METANO - ACQUA - etc.).

I rilevamenti e la misurazione degli scavi agli effetti del pagamento saranno eseguiti in contraddittorio con l'Impresa prima dell'inizio dei lavori ed al momento della contabilizzazione.

## Art. 2.14 Formazione di rilevati

I rilevamenti e la misurazione dei rilevati agli effetti del pagamento saranno eseguiti in contraddittorio con L'Impresa prima dell'inizio dei lavori ed al momento della loro contabilizzazione.
Le sezioni di rilievo dovranno essere chiaramente individuate in sito mediante opportuna picchettazione, tale da rendere riconoscibile la sezione anche una volta eseguiti i lavori. La distanza fra le due sezioni di rilievo sarà tale da evidenziare ogni variazione di rilievo ai fini esecutivi. Gli oneri per tutte le operazioni di rilievo e di misurazione sono a carico dell'Impresa.
I rilevati eseguiti saranno misurati a compattazione ed assestamento avvenuti e computati con il metodo delle sezioni ragguagliate. Il prezzo comprende la fornitura a piè d'opera del materiale, la posa per strati dello spessore indicato nei disegni di progetto, la compattazione con il macchinario e le modalità prescritte negli stessi elaborati progettuali e quant'altro necessario per dare l'opera finita a regola d'arte secondo le modalità e caratteristiche previste nello specifico paragrafo del Capitolato Speciale d'Appalto, comprese le prove di accettazione e controllo.
Il prezzo compensa la formazione di nuovi rilevati arginali o il ringrosso e/o il rialzo di rilevati esistenti con materiale proveniente da cave private individuate dall'Impresa Appaltante.
L'area delle sezioni in rilevato verrà computata rispetto al piano campagna, senza tener conto né dello scavo di scoticamento o di ammorsamento (nel caso di ringrosso o rialzo arginale), né dell'occorrente materiale di riempimento; né dei cedimenti subiti dal terreno stesso per effetto del compattamento meccanico o per naturale assestamento; né della riduzione di volume che il materiale riportato subirà, rispetto al volume che occupava nel sito di scavo oppure allo stato sciolto, a seguito del compattamento meccanico.
Qualora l'Impresa superasse le sagome fissate dall'Ufficio di Direzione Lavori, il maggiore rilevato non verrà contabilizzato e l'Impresa, se ordinato dall'Ufficio di Direzione Lavori, rimuoverà, a sua cura e spese, i volumi di terra riportati o depositati in più, provvedendo nel contempo a quanto necessario per evitare menomazioni alla stabilità dei rilevati accettati dall'Ufficio di Direzione Lavori

## Art. 2.15 Opere di protezione spondale in massi naturali

Di norma il peso del materiale, deve essere determinato con l'impiego della bilancia a bilico; in casi particolari, riconosciuti dall'Ufficio di Direzione Lavori, mediante ordine di servizio, la determinazione del peso dei massi naturali può essere effettuata mediante mezzi galleggianti stazzati.
L'operazione di pesatura verrà effettuata in contraddittorio tra dall'Ufficio di Direzione Lavori, o suoi rappresentanti; le parti firmeranno le bollette, madre e figlie, nel numero disposto dall'Ufficio di Direzione Lavori.
Per le operazioni di pesatura l'Impresa deve disporre di uno o più bilici, secondo le disposizioni dall'Ufficio di Direzione Lavori, rimanendo a tutto suo carico ogni spesa ed onere relativi alle operazioni di pesatura, ivi compresi, l'impianto dei bilici ed il relativo controllo iniziale, quelli periodici da parte del competente Ufficio, le eventuali riparazioni dei bilici e la costruzione di una baracca ad uso del personale dell'Amministrazione preposto alle operazioni di pesatura.
Il peso dei carichi viene espresso in tonnellate e frazioni di tonnellate fino alla terza cifra decimale; se ne detrae la tara del veicolo e della cassa, nonché il peso dei cunei o scaglioni usati per fermare i massi di maggiore dimensione, ottenendo così il peso netto che viene allibrato nei registri contabili.
L'Impresa deve fornire appositi bollettari; ciascuna bolletta viene datata ed oltre il peso netto deve portare il peso lordo, la targa o il contrassegno dei veicolo o delle casse a cui la bolletta stessa si riferisce, nonché la categoria del materiale.
Ad ogni veicolo o cassone carico corrisponde quindi una serie di bollette, di cui la madre resta al personale dell'Amministrazione che ha effettuato la pesatura e le figlie di norma vengono consegnate

al rappresentante dell'Impresa, al conducente del mezzo di trasporto ed al personale dell'Amministrazione che sorveglia la posa del materiale in opera.
Quando i materiali vengano imbarcati sui pontoni o su altri galleggianti, ciascuno di tali mezzi deve essere accompagnato da una distinta di carico nella quale dovranno figurare la matricola di identificazione del galleggiante, la stazza a carico completo, l'elenco delle bollette figlie riguardanti ciascuno degli elementi imbarcati e la somma dei pesi lordi che in esse figurano.
La somma deve coincidere con la lettura della stazza a carico completo.
E' ammessa la fornitura di massi naturali proveniente da salpamenti, previa autorizzazione dell'Ufficio di Direzione Lavori.
Lo scarico non può essere mai iniziato senza autorizzazione del Rappresentante dell'Ufficio di Direzione Lavori, questi, prima di autorizzare il versamento, controlla il carico, eseguito lo scarico verifica se lo zero della scala di stazza corrisponde alla linea di galleggiamento, quindi completa le bollette apponendovi la propria firma.
Il materiale comunque perduto lungo il trasporto non può essere contabilizzato.
Oltre a quanto stabilito nel presente Capitolato, l'Ufficio di Direzione Lavori ha la più ampia facoltà di aggiungere tutte quelle condizioni che ritenga più opportune per assicurare la buona riuscita delle operazioni di pesatura nonché l'efficienza dei controlli sui pesi dei carichi, sulla regolarità dei trasporti e sul collocamento in opera dei massi.
Nessuno speciale compenso o indennità può riconoscersi all'Impresa per il tempo necessario alle operazioni di taratura, stazzatura, pesatura dei materiali o per controlli su dette operazioni.

## Art. 2.16 Opere di consolidamento del versante della discarica non riprofilato

**a)rete metallica a doppia torsione.**
Consolidamento superficiale di versanti mediante fornitura e posa di rete metallica a doppia torsione filo mm 2,70 maglia cm 8x10 protezione ZNAL. Le superfici da trattare per il rivestimento dovranno essere liberate da radici, pietre o eventuali masse pericolanti; gli eventuali vuoti andranno saturati in modo da ottenere una superficie uniforme affinché la rete possa adagiarsi perfettamente al terreno. La rete metallica a doppia torsione con maglia esagonale tipo 8x10 cm, tessuta con trafilato di ferro, avente un diametro pari a 2,70 mm e galvanizzazione con lega eutettica di ZincoAlluminio (5%) CerioLantanio dovrà essere conforme a quanto specificamente prescritto nelle "Linee Guida per la redazione di Capitolati per l'impiego di rete metallica a doppia torsione" Presidenza del Cons. Sup. LL.PP., n°16/2006. Prima della messa in opera e per ogni partita ricevuta in cantiere, l'Appaltatore dovrà consegnare alla D.L. il relativo certificato di collaudo e garanzia rilasciato in originale, in cui specifica il nome del prodotto, la Ditta produttrice, e le quantità fornite; in assenza di ciò, la D.L. darà disposizioni circa il prelievo di campioni per verificare il rispetto delle normative enunciate.
**b)Barre autoperforanti** Fornitura e posa di barre auto perforanti R 32S Diametro esterno 32mm Diametro interno 19 mm sezione media 420 mmq, peso 3,30 Km/ml .Carico di rottura 280 kN, carico di snervamento 240 kN. Tipo di acciaio utilizzato norma di riferimento EN 102101 Tipo di filettatura norma di riferimento R 32 SX ISO 10208 Utensile a perdere in acciaio temperato per terreni a medio impasto.Manicotto di giunzione per potenze fino a 400 kN filettatura R 32 SX Le barre verranno infisse nel terreno con idonea attrezzatura a rotopercussione pneumatica opportunamente installata su slitta adatta alle lavorazioni in parete.
L'appaltatore dovrà fornire alla Direzione Lavori prima della posa dei materiali tutta la documentazione
**c)Funi in acciaio** Fornitura e posa di fune in acciaio zincata Diametro 12 mm composta da 114 fili WSC N° dei trefoli 7 n° dei fili per trefolo 19 norma UNI EN 123854 ,avvolgimento : crociato destro. Classe di resistenza fili kg/mm2 180 N/mm2 1770.Carico di rottura minimo Kg. 9411 kN 92,27

.Protezione di superficie: zincata .

**d)Ancoraggi in barre di acciaio a filetto continuo**

1)Esecuzione di ancoraggi in barre a filetto continuo in acciaio Filettatura destrorsa Diametro 25 mm Acciaio Bst 500 Area sezione 491 mm2 carico di snervamento 245 kN carico ultimo 270 kN. Le barre verranno inserite in prefori diam. 42 mm precedentemente realizzati mediante attrezzatura a rotopercussione eventi la profondità stabilita. 2) Esecuzione di ancoraggi in barre a filetto continuo in acciaio Filettatura destrorsa Diametro 28 mm Acciaio Bst 500S Area sezione 616 mm2 carico di snervamento 310 kN carico ultimo 340 kN. Le barre verranno inserite in prefori diam. 42 mm precedentemente realizzati mediante attrezzatura a rotopercussione eventi la profondità stabilita.

**e) Rivestimento con pannelli in fune alta resitenza**

Fornitura e posa in opera di rivestimento di pannelli rete in fune rettangolari costruiti con funi d'acciaio AM+ 6x7 fili con resistenza del filo elementare di 1770 N/mm², aventi fune di orditura con diametro mm 6 conforme alle norme EN 123854 e funi perimetrali diametro mm 10, tipo AM +6x9 fili conforme alle norme EN 123854 giunzioni borchiata Mod. LCP per classe di resistenza testata 4kN.

Maglia reticolo romboidale , incroci delle maglie rinforzati con idonei elementi di collegamento. Le dimensioni di massima dei pannelli rete non saranno inferiori a m² 9. Zincatura pannelli secondo EN 10264/2 classe B. Collegamento fra i pannelli rete in fune e le funi della struttura di sostegno con funi d'acciaio AMZ diametro 10 mm, con resistenza del filo elementare di 1770 N/mm², in modo da creare una robusta ed omogenea cucitura fra gli stessi. Le giunzioni della fune di collegamento dovranno essere eseguite con idonea morsettatura. Sono compresi la posa del materiale sopra elencato, la fornitura e posa della morsetteria necessaria alla realizzazione dell'opera, eventuale verniciatura delle funi componenti il pannello, i trasporti ed ogni altro onere per dare l'opera finita a regola d'arte.

**f)Piastre di ripartizione e di controspinta** : fornitura e posa di piastre di ripartizione e di controspinta in acciaio Fe 360/S235 rispondente alla norma EN 10025 avente dimensione 180x180x8 mm foro centrale di diametro idoneo alle barre, bombatura della piastra, angoli ricurvi di 35° Rivestimento in zinco a norma EN ISO 1461

**g)Bulloni di serraggio** idonei alle barre a fondo sferico in modo da orientare la piastra e ottenere un appoggio uniforme e costante contro il substrato sottostante

**h)Inghisaggi e iniezioni** nella produzione di boiacche da iniezione versare nel miscelatore l'acqua (circa il 30% delpeso del cemento), aggiungere l'additivo fluidificante nel dosaggio del 36% sul peso del cemento tipo 425. Il dosaggio del cemento deve essere di 600 kg per mc di impasto.Miscelare per 2'3' e, se necessario, aggiungere acqua fino al raggiungimento della fluiditàdesiderata. La boiacca così ottenuta deve essere pompabile per almeno 2 ore (a +20°C).L'utilizzo dell'additivo espansivo deve consentire a produrre boiacche per le iniezioni rispondenti alla normativa italiana (legge N° 1086) ed alle raccomandazioni europee (CEB FIP).

## Art. 2.17 Opere in cemento armato

I getti di calcestruzzo armato saranno misurati nel loro effettivo volume geometrico risultante dai disegni costruttivi approvati dalla Direzione Lavori.
Il prezzo relativo ai calcestruzzi compensa il costo degli inerti, del cemento e tutti gli oneri per il confezionamento, sollevamento, avvicinamento e getto dei calcestruzzi eseguiti da qualsiasi altezza e profondità, nonché la vibratura dei getti, con vibratori ad immersione e da applicare alle casseforme e compresi i ponteggi necessari salvo casi particolari a giudizio della Direzione Lavori.
Sono pure compensati: l'esecuzione dei giunti, la preparazione e la pulizia delle superfici prima dei getti, la protezione e la stagionatura, nonché la formazione di chiavi e tutte le opere di ravvivamento nelle riprese di getto.
Si intenderà compresa nel prezzo unitario di tutti i calcestruzzi la realizzazione della finitura superficiale corrispondente ai gradi F1 e F2.
Salva diversa indicazione nella voce di elenco il calcestruzzo, negli appalti a misura, verrà valutato a metro cubo in opera.

## Art. 2.18 Casserature per strutture in calcestruzzo semplice o armato

Il prezzo compensa la fornitura ed il montaggio delle casseforme per getti in calcestruzzo sia orizzontali che verticali od inclinati a qualsiasi profondità ed a qualsiasi altezza dal piano di appoggio, compreso sfridi, tiranti, chioderia, banchinaggi, puntellamenti, ponteggi di servizio, getti, disarmo e pulizia delle stesse ed ogni altro onere, secondo le specifiche di cui sopra.
Negli appalti a misura, le casseforme verranno misurate a metro quadro in base alla effettiva superficie bagnata dal getto.
Negli appalti a misura, i casseri saranno compensati a metro quadrato in base alla superficie delle facce della struttura da casserare, senza tenere conto di altro.

## Art. 2.19 Ferro per c.a. in barre ad aderenza migliorata B450C

Il prezzo del ferro di armatura compensa la fornitura, la lavorazione e la posa, lo sfrido, il trasporto e l'immagazzinamento, le legature, gli appositi distanziatori tra i ferri ed i casseri, il cui peso non sarà contabilizzato, di barre ad aderenza migliorata del tipo B450C controllate in stabilimento.
Sono altresì compresi nel prezzo gli oneri per le eventuali saldature per giunzione tra tondini di qualsiasi diametro e tra ferri tondi e profilati metallici, come pure le prove regolamentari e quelle richieste dalla Direzione Lavori.

## Art. 2.20 Messa in sicurezza permanente mediante realizzazione di platea in c.a.

### *Art. 2.20.1* Costruzione di cassonetto con regolarizzazione e rullatura del fondo

Il prezzo compensa la realizzazione di cassonetto, comprendente la regolarizzazione e la rullatura con rullo di adatto peso, statico o vibrante, o con piastra vibrante idonea, del piano di fondo dello scavo di

cassonetto, compresi gli oneri per il funzionamento del rullo o della piastra e per ogni altra operazione necessaria per completare l'opera a regola d'arte.
La valutazione verrà effettuata a metro cubo oppure a metro quadrato per lo spessore riportato nei disegni di progetto.

### *Art. 2.20.2* Getti in c.a.

Il prezzo compensa la fornitura e posa del calcestruzzo, la finitura superficiarealizzazione di cassonetto, comprendente la regolarizzazione e la rullatura con rullo di adatto peso, statico o vibrante, o con piastra vibrante idonea, del piano di fondo dello scavo di cassonetto, compresi gli oneri per il funzionamento del rullo o della piastra e per ogni altra operazione necessaria per completare l'opera a regola d'arte.
La valutazione verrà effettuata a metro cubo oppure a metro quadrato per lo spessore riportato nei disegni di progetto.

## Art. 2.21 Manufatti

Il prezzo a corpo per la fornitura in opera dei manufatti conformi ai tipi di progetto (pozzetti, camerette, ecc.) è comprensivo di qualsiasi onere per i movimenti di terra, opere murarie e di tutte le altre forniture necessarie a dare finiti i lavori.

## Art. 2.22 Lavori in metallo

Tutti i lavori in metallo saranno generalmente valutati a peso, a lavorazione completamente ultimata con pesatura diretta prima della posa in opera fatta in contraddittorio ed a spese dell'appaltatore.

## Art. 2.23 Condotte

Le condotte in pvc dovranno essere conformi al tipo SN4 SDR41 definito dalla Norma UNI EN 1401, completo delle sigle identificative (marchiatura ad interdistanza non superiore al metro) del produttore, della data di produzione e dei dati dimensionali, in barre da m 6.00 con giunto a bicchiere e anello di tenuta in gomma. Verranno valutati a m di condotta posata compresa fornitura, trasporto, sfilamento lungo linea, livellamento del piano di posa, la formazione dei giunti compresa la fornitura dell’anello di tenuta, le prove di tenuta idraulica.

## Art. 2.24 Diaframmi in c.a.

La documentazione di riferimento comprende tutta quella contrattuale e più specificatamente, quella di progetto quali disegni, specifiche tecniche, etc.

Sono altresì comprese tutte le Norme tecniche vigenti in materia.

Le procedure delle prove di seguito specificata, deve ritenersi come minima e dovrà essere incrementata in ragione delle difficoltà tecniche e realizzative.

Nel caso di esito negativo delle prove, le stesse dovranno essere incrementate nella misura richiesta dalla D.L..

### *Art. 2.24.1 Diaframmi*

## MATERIALI

**Armature metalliche**
Le armature metalliche saranno di norma costituite da barre ad aderenza migliorata; le armature trasversali dei pali saranno costituite unicamente da spirali in tondino esterne ai ferri longitudinali.
Le armature saranno preassemblate fuori opera in gabbie; i collegamenti saranno ottenuti con doppia legatura in filo di ferro o con punti di saldatura elettrica.

Non si ammette di norma la distribuzione delle barre verticali su doppio strato; l'intervallo netto minimo tra barra e barra, misurato lungo la circonferenza che ne unisce i centri, non dovrà in alcun caso essere inferiore a 7,5 cm con aggregati di diametro minimo non superiore ai 2 cm, e 10 cm con aggregati di diametro superiore.

Le gabbie di armatura saranno dotate di opportuni distanziatori non metallici atti a garantire la centratura dell'armatura ed un copriferro netto minimo di 5.

Per i distanziatori in plastica, al fine di garantire la solidarietà col calcestruzzo, è necessario verificare che la loro superficie sia forata per almeno il 25%.
I centratori saranno posti a gruppi di 3-4 regolarmente distribuiti sul perimetro e con spaziatura verticale di 3-4 m.

Le gabbie di armatura dovranno essere perfettamente pulite ed esenti da ruggine e dovranno essere messe in opera prima del getto e mantenute in posto sostenendole dall'alto, evitando in ogni caso di appoggiarle sul conglomerato cementizio già in opera o sul fondo del foro; ove fosse necessario è ammessa la giunzione, che potrà essere realizzata mediante sovrapposizione non inferiore a 40 diametri.
La posa della gabbia all'interno del tubo forma potrà aver luogo solo dopo aver accertato l'assenza di acqua e/o terreno all'interno dello stesso.
L'Impresa esecutrice dovrà inoltre adottare gli opportuni provvedimenti atti a ridurre la deformazione della gabbia durante l'esecuzione del fusto.
A getto terminato, si dovrà comunque registrare la variazione della quota della testa dei ferri d'armatura.
Al fine di irrigidire le gabbie di armatura potranno essere realizzati opportuni telai cui fissare le barre d'armatura.
Detti telai potranno essere realizzati utilizzando barre lisce verticali legate ad anelli irrigidenti orizzontali.

**Conglomerato cementizio**

Sarà conforme a ciò che è prescritto nei disegni di progetto e nelle sezione “calcestruzzi” della presente specifica.
Il conglomerato sarà confezionato in apposita centrale di preparazione atta al dosaggio a peso dei componenti.

Le classi di aggregato da impiegare dovranno essere tali da soddisfare il criterio della massima densità (curva di Fuller) per la loro granulometria.
La dimensione massima degli inerti deve essere tale che $D_{max}/2,5 \geq$ i min dove i min è il valore minimo del passo fra le barre longitudinali, e comunque non superiore ai 40 mm.
Il cemento da impiegato dovrà soddisfare i requisiti richiesti dalla vigente Legislazione, e dovrà essere scelto in relazione alle caratteristiche ambientali, in particolare, l'aggressività da parte dell'ambiente esterno.
Il conglomerato cementizio dovrà avere una resistenza caratteristica cubica (Rbk) così come indicato in progetto, e comunque non inferiore a $Rbk \geq 25$.
Il rapporto acqua/cemento non dovrà superare il limite di 0.5, nella condizione di aggregato saturo e superficie asciutta.
La lavorabilità in fase di getto, il calcestruzzo dovrà essere tale da dare uno “slump” al cono di Abrams (UNI EN 206) compreso fra 16 e 20 cm.

Per soddisfare entrambi questi requisiti, potrà essere aggiunto all’impasto un idoneo additivo fluidificante non aerante.

E’ ammesso altresì l’uso di ritardanti di presa o di fluidificanti con effetto ritardante.

I prodotti commerciali che l’Impresa si propone di usare dovranno essere sottoposti all’esame ed all’approvazione preventiva della DL..

I mezzi di trasporto dovranno essere tali da evitare segregazione dei componenti.

Il calcestruzzo dovrà essere confezionato e trasportato con un ritmo tale da consentire di completare il getto senza soluzione di continuità, secondo le cadenze prescritte e rendendo minimo l'intervallo di tempo fra preparazione e getto, e comunque non inferiore a 15 $m^3$/ora per pali di diametro $d < 800$ mm e di 20 $m^3$/ora per pali di diametro $d \geq 800$ mm.

L’Impresa dovrà garantire la disponibilità del calcestruzzo necessario per soddisfare la produzione giornaliera in accordo al programma di costruzione.

In particolare per le armature, si dovrà verificare la loro congruità con i disegni di progetto, e che siano dotati di dei corrispondenti certificati forniti dal produttore, su ogni lotto di fornitura, corrispondenti alle specifiche del presente Capitolato.

In caso di assenza di tali certificazioni, il materiale non potrà essere posto in opera.

## CONTROLLI IN FASE ESECUTIVA

Durante l’esecuzione di ogni elemento di diaframma, si dovrà registrare su apposita scheda, compilata dall’Impresa in contraddittorio con la D.L., per riportare il riscontro delle tolleranze ammissibili e per riportare i seguenti dati:
- identificazione del diaframma;
- successione stratigrafica dei terreni attraversati;
- data di inizio perforazione e di fine getto;

- valore degli “slump” del calcestruzzo, effettuato per ogni betoniera o 10 $m^3$ di conglomerato cementizio impiegato;
- profondità prima del getto;
- il numero di campioni prelevati secondo le modalità e prescrizioni previste;
- i controlli su ogni lotto di fango bentonitico impiegato;
- caratteristiche geometriche costruttive degli eventuali giunti;
- le caratteristiche degli additivi utilizzati;
- la quantità di conglomerato cementizio impiegato per ogni elemento di diaframma, con una tecnica analoga a quella descritta nella sezione “pali” del presente Capitolato.

**Prove di controllo sugli elementi di diaframma:**

**Prove di carico per i soli elementi di diaframma con funzione portante verticale**
Il numero di elementi da sottoporre alla prova di. carico deve essere stabilito in base all'importanza dell'opera ed al grado di omogeneità del sottosuolo, tale numero deve essere pari ad almeno il 2% del totale del numero degli elementi, con un minimo di due.

La scelta degli elementi di prova è di competenza della Direzione Lavori che tra l'altro dovrà tener presente la necessità di interessare le diverse situazioni del sottosuolo, evitandone la concentrazione.

Il carico di prova sarà in genere pari a 1,5 volte il carico di esercizio.

Al momento della prova il conglomerato cementizio del diaframma dovrà avere almeno ventotto giorni di stagionatura.

Le modalità di applicazione e la durata del carico, e così pure la successione dei cicli di carico e di scarico, saranno prescritti dalla Direzione Lavori anche in funzione della natura dei terreni di fondazione.

Il carico sarà applicato mediante un martinetto che trova contrasto su un'adeguata zavorra o elementi di diaframma di reazione, il cui manometro (o cella di carico) dovrà essere corredato da un certificato di taratura di data non anteriore a trenta giorni.

Le misure dei cedimenti dovranno essere rilevate mediante 4 micrometri centesimali, interposti tra la testa dell'elemento di diaframma e una struttura porta micrometri solidale al terreno in punti sufficientemente distanti dall'elemento di prova e dal sistema di contrasto, così da evitare l'influenza delle operazioni di carico e scarico.

I supporti di tale struttura devono distare non meno di 3,0 m dall'elemento di diaframma di prova e non meno di 3 volte lo spessore dell'elemento di prova, e non meno di 2,0 m dalla impronta della zavorra o da elementi di diaframma di reazione.

La struttura portamicrometri dovrà essere protetta da vibrazioni e urti accidentali e schermata dai raggi solari per minimizzare le deformazioni di natura termica.

Di ciascuna prova dovrà essere redatto apposito verbale, controfirmato dalle parti, nel quale saranno riportati tra l'altro: data e ora di ogni variazione di carico, entità del carico, le letture ai micrometri e il diagramma di carichi-cedimenti.

Al verbale verranno allegati i certificati di taratura del manometro (o cella di carico).

In taluni casi si dovranno effettuare delle prove di carico limite per accertare i carichi che producono il collasso del complesso pannello - terreno.

Questo tipo di prove dovrà essere effettuato su pannelli opportunamente predisposti, all'esterno del diaframma, ed in una situazione geotecnica analoga.

Il carico massimo da applicare nel corso della prova deve raggiungere il valore di 2,5 – 3 volte il valore del carico di esercizio scelto dal progettista.

Il numero minimo di prove sarà pari a 1 per ogni tipo di diaframma e per una situazione geotecnica equivalente.

*Prove di carico laterale*
Tali tipologie di prove saranno effettuate su quei pannelli indicati dal progettista e/o preventivamente concordati con la D.L..

Essa sarà unicamente del tipo non distruttivo, e verranno eseguite con l'ausilio di pannelli di contrasto posti almeno a 3 m di distanza dal pannello di prova.

Per le prove di carico laterale valgono le indicazioni per le prove di carico assiale.

**Controlli non distruttivi**
Scopo dei controlli non distruttivi è quello di verificare le caratteristiche geometriche e meccaniche degli elementi di diaframma non compromettendone l'integrità strutturale.

A tale scopo potrà essere richiesta l'esecuzione di:

a) prove geofisiche;
b) carotaggio continuo meccanico;
C) scavi attorno al fusto dell'elemento di diaframma.

Per tutti i controlli non distruttivi l'impresa provvederà a sottoporre alla Direzione Lavori per approvazione il programma e le specifiche tecniche di dettaglio.

## PROVE GEOFISICHE

Possono essere eseguite mediante emissione di impulsi direttamente lungo il fusto entro fori precedentemente predisposti, attraverso la posa in opera di almeno due tubi di diametro interno non inferiore a 1" ½.

Il numero dei controlli sarà di volta in volta stabilito dalla Direzione Lavori anche in relazione all'importanza dell'opera, alle caratteristiche geotecniche e idrogeologiche dei terreni di fondazione e alle anomalie riscontrate durante l'esecuzione dei diaframmi.

Gli elementi di diaframma da sottoporre a controllo mediante prove geofisiche saranno prescelti dalla Direzione Lavori.
L'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e sotto il controllo della Direzione Lavori, all'esecuzione di controlli su almeno il 5% del numero totale degli elementi di diaframma con un numero minimo di due.

Prima delle operazioni di getto, l'installazione di tubi estesi a tutta la profondità dell'elemento, entro cui possano scorrere le sondine di emissione e ricezione, dovrà essere predisposta per il 15% dello sviluppo totale dei diaframmi.

I tubi saranno solidarizzati alla gabbia di armatura, resi paralleli tra loro e protetti dall'ingresso di materiali.

Le prove dovranno essere eseguite non prima di 28 giorni dal termine delle operazioni di getto.

Le misure dovranno essere eseguite ogni 10 cm di avanzamento della sonda nelle tubazioni predisposte.

L'esito della prova sarà registrato con apparecchiatura digitale.

Nel caso si identifichino anomalie, le misure saranno ripetute con le sonde a quote diverse tra loro, al fine di stabilire se l'anomalia riscontrata è dovuta ad un piano di discontinuità oppure è provocata da cavità o inclusioni nel getto di calcestruzzo.

I risultati di tali prove saranno riportati su apposita scheda in cui verrà indicato:
- i dati di identificazione del pannello, rispetto alla planimetria;
- la data di esecuzione della prova;
- le registrazioni effettuate ad ogni avanzamento della sonda e la tipologia della sonda;
- caratteristiche della centralina di registrazione.

## CAROTAGGIO CONTINUO MECCANICO

Il carotaggio dovrà essere eseguito con utensili e attrezzature tali da garantire la verticalità del foro e consentire il prelievo continuo, allo stato indisturbato, del conglomerato e se richiesto del sedime di imposta.

Allo scopo saranno impiegati doppi carotieri provvisti di corona diamantata aventi diametro interno minimo pari a 60 mm.

Nel corso della perforazione dovranno essere rilevate le caratteristiche macroscopiche del conglomerato e le discontinuità eventualmente presenti, indicando in dettaglio la posizione e il tipo delle fratture, le percentuali di carotaggio, le quote raggiunte con ogni singola manovra di avanzamento.

Su alcuni spezzoni di carota saranno eseguite prove di laboratorio atte a definire le caratteristiche fisiche, meccaniche e chimiche.

Al termine del carotaggio si provvederà a riempire il foro mediante boiacca di cemento immessa dal fondo foro.

Il carotaggio si eseguirà, a cura e spese dell'Impresa, in corrispondenza di quegli elementi di diaframma ove si fossero manifestate inosservanze rispetto le presenti norme tecniche di appalto e alle disposizioni della Direzione Lavori.

## SCAVI ATTORNO AL FUSTO DEI DIAFRAMMI

Verranno richiesti dalla Direzione Lavori, ogni qualvolta si nutrano dubbi sulla verticalità e regolarità della sezione nell'ambito dei primi 4,0 - 5,0 metri di diaframma.

Il fusto del diaframma dovrà essere messo a nudo e pulito con un violento getto d'acqua e reso accessibile all'ispezione visiva.
Successivamente si provvederà a riempire lo scavo con materiali e modalità di costipamento tali da garantire il ripristino della situazione primitiva.

Tali operazioni saranno eseguite, a cura dell'Impresa e sotto il controllo della Direzione Lavori, in corrispondenza di quegli elementi del diaframma ove si fossero manifestate inosservanze rispetto alle presenti Norme tecniche di appalto e alle disposizioni della Direzione Lavori.

## CONTROLLO DELLE DEFORMAZIONI

Questo tipo di controllo si eseguirà con l'ausilio di tubi inclinometrici annegati nel getto di calcestruzzo.

Si utilizzeranno tubi in alluminio a 4 scanalature, diametro o 81/76 mm, resi solidali alla gabbia di armatura a mezzo di opportune legature.

Le misure saranno effettuate con una sonda inclinometrica perfettamente efficiente, di tipo bi-assiale, previo rilevamento delle torsioni iniziali del tubo guida.

La frequenza delle misure sarà stabilita volta per volta in accordo con la D.L., in relazione ai programmi di scavo del pannello ed alla messa in trazione degli eventuali tiranti di ancoraggio.

L'esito delle prove sarà registrato in una apposita scheda in cui sarà indicato, per ogni pannello:
- i dati identificativi del pannello rispetto alla planimetria;
- la data di esecuzione delle varie operazioni di prova;
- il tipo di sonda inclinometrica impiegata;
- i dati sulla torsione iniziale dei tubi guida;
- le registrazioni dei dati inclinometrici rilevati.