



SOCIETA' ITALIANA
 TRAFORO AUTOSTRADALE DEL FREJUS
 Sede legale: fraz. San Giuliano, 2 - 10059 Susa (TO)



MUSINET ENGINEERING S.p.A.
 Cso Svizzera, 185
 10149 TORINO
 Tel. +39 011 5712411
 Fax. +39 011 5712426
 E-mail info@musinet.it
 PEC musinet@legalmail.it

Gruppo SITAF

P.I.Iva 08015410015
 Cap. Soc. E. 520.000 i.v.
 Cod. fis.e Reg. Imprese
 TO 08015410015
 R.E.A. Torino 939200

T4 TRAFORO AUTOSTRADALE DEL FREJUS

INTERVENTI DI RIMODELLAMENTO MORFOLOGICO E MESSA IN SICUREZZA DEL VERSANTE IN COMUNE DI BARDONECCHIA

PROGETTO DEFINITIVO Sito Melezet

SITAF SpA
 per la direzione
 II Direzione Tecnica
 (Dott. Ing. Massimo BERTI)

SITAF SpA
 per la approvazione
 II Direzione Generale
 (Dott. Ing. Bernardo MAGRI)

Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici

Scala -	0377_110_12_D30EG005_0	Gennaio 2013
---------	------------------------	--------------

2					
1					
0	Gen 2013	Emissione	Tekne	TRI	GIO
REV	DATA	DESCRIZIONE	RED.	VER.	APP.

Attività di Supporto Specialistico TEKNE Dott. Ing. Livio Martina	
---	--

Il Responsabile del progetto MUSINET ENGINEERING S.p.A. Dott. Arch. Corrado Giovannetti	N° TAVOLA 5
---	-----------------------

Questo disegno e' di proprieta' riservata della MUSINET ENGINEERING S.p.A.; ne e' vietata la riproduzione anche parziale, nonche' la presentazione a terzi senza esplicita autorizzazione.L'inosservanza e' perseguibile ai termini di legge.

SITAF S.p.A.

**SOCIETA' ITALIANA
TRAFORO AUTOSTRADALE DEL FREJUS**

T4: TRAFORO AUTOSTRADALE DEL FREJUS

**INTERVENTI DI RIMODELLAMENTO MORFOLOGICO
E MESSA IN SICUREZZA DEL VERSANTE
IN COMUNE DI BARDONECCHIA**

SITO MELEZET

PROGETTO DEFINITIVO

DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI

INDICE

1	DISBOSCAMENTO	4
2	GRADONATURA DEL VERSANTE E RECUPERO DEL TERRENO VEGETALE.....	4
3	FILTRO ROVESCIO AL PIEDE DEL RILEVATO	4
4	COSTRUZIONE DEI RILEVATI	4
5	MOVIMENTI TERRA.....	5
5.1	Scavi	5
5.1.1	Scavo di sbancamento	5
5.1.2	Scavi di fondazione	5
5.1.3	Modalità esecutive.....	5
6	VIABILITA' DI ACCESSO AL CANTIERE	6
6.1	Viabilità di accesso.....	6
6.2	Vallo paramassi provvisorio e disgaggi.....	6
7	OPERE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO	6
7.1	Generalità	6
7.2	Calcestruzzo	6
7.2.1	Caratteristiche dei materiali.....	6
7.2.1.1	Inerti	6
7.2.1.2	Cemento.....	7
7.2.1.3	Acqua.....	7
7.2.1.4	Materiali per giunti	7
7.2.1.5	Additivi.....	8
7.2.1.6	Aeranti fluidificanti	8
7.2.1.7	Acceleranti di presa	9
7.2.1.8	Ritardanti di presa.....	9
7.2.1.9	Impermeabilizzanti	9
7.2.2	Classificazione dei calcestruzzi	10
7.2.3	Modalità esecutive.....	10
7.2.3.1	Impianto di betonaggio.....	10
7.2.3.2	Confezionamento del calcestruzzo	11
7.2.3.3	Trasporto del calcestruzzo	11
7.2.3.4	Getto del calcestruzzo.....	12
7.2.3.5	Temperatura di getto.....	12
7.2.3.6	Esecuzione del getto	12
7.2.3.7	Vibratura dei getti.....	12
7.2.3.8	Giunti di costruzione nei getti.....	13
7.2.3.9	Giunti di dilatazione	13
7.2.3.10	Protezione del getto	13
7.2.3.11	Finitura delle superfici del calcestruzzo	13
7.2.3.12	Inseri a tenuta nei calcestruzzi.....	14
7.2.4	Prove di accettazione e controllo.....	14
7.3	Casseforme	15
7.3.1	Caratteristiche dei materiali.....	15
7.3.2	Modalità esecutive.....	15
8	ESECUZIONE DI DRENAGGI SUPERFICIALI.....	15
8.1	Generalità	15

8.2	Materiali	16
8.2.1	Tubo drenante	16
8.2.2	Ghiaia	16
8.2.3	Geotessile	17
9	TERRA RINFORZATA	18
9.1	Generalità	18
9.2	Provenienza dei materiali	18
9.3	Caratteristiche dei teli di rinforzo	18
9.4	Preparazione del piano di posa	18
9.5	Modalità esecutive	19
10	CARPENTERIA METALLICA	19
10.1	Lavori in ferro	19
10.2	Paratoie	19
11	TUBAZIONI	20
11.1	Tubi in PEAD	20
11.1.1	Tubi in PEAD per acquedotto	22
11.2	Tubazioni in c.a. o conglomerato cementizio	22
11.3	Scavi delle trincee, coordinamento altimetrico e rispetto delle livellette per la posa in opera delle tubazioni	26
11.4	Stoccaggio, movimentazione e posa in opera delle tubazioni	28
11.5	Modalità di posa	32
12	OPERE STRADALI	32
12.1	materiali	32
12.1.1	Legante	32
12.1.2	Acqua	32
12.1.3	Miscela - Prove di laboratorio e in sito	33
12.1.4	Protezione superficiale	34
12.2	Fondazioni stradali stabilizzate	34
12.3	binder	38
12.4	Tappeti sottili in conglomerato bituminoso (strato di usura)	38
12.5	Scarifica a freddo del manto bituminoso esistente	39
13	INTERVENTI DI RECUPERO E MITIGAZIONE	39
13.1	Accantonamento terreno di scotico	39
13.2	Miglioramento delle caratteristiche di fertilità del substrato	39
13.3	Inerbimento	40
13.3.1	Inerbimento a mezzo idrosemina	40
13.3.2	Inerbimento a spaglio	41
13.4	Rimboschimento con <i>Pinus Sylvestris</i>	41
13.4.1	Caratteristiche del materiale vegetale	41
13.4.2	Messa a dimora di alberi ed arbusti	42
13.5	Filare arboreo	42
13.6	Garanzia d'attecchimento	42
14	RIPRISTINO DELLE AREE DI CANTIERE	43

1 DISBOSCAMENTO

Il versante su cui dovrà essere ammorsato il rilevato dovrà assolutamente essere realizzata la pulizia accurata di tutto il versante mediante taglio delle pinte alla base ed accatastamento del materiale tagliato nelle località indicate dalla Direzione Lavori.

Tutto il materiale, se non recuperato in tronchi di idonee dimensioni, dovrà essere cippato e accatastato secondo le indicazioni della D.L.

Tutte le ceppaie presenti dovranno essere estirpate con mezzo meccanico e allontanate dal sito.

2 GRADONATURA DEL VERSANTE E RECUPERO DEL TERRENO VEGETALE

Eseguite le operazioni di disboscamento si procederà alla gradonatura del versante creando una serie di bancate con leggera contropendenza verso monte.

Tutto dove si rinverrà del materiale fine del tipo suolo agricolo questo dovrà essere recuperato e stoccato in modo tale da essere utilizzato per le operazioni di messa a dimora a fine lavori.

I gradoni dovranno essere accuratamente rullati in modo da ottenere una compattazione adeguata che dovrà essere accertata mediante prove su piastra; si prevede almeno 1 prova ogni 2000 mq di gradonatura.

Ultimata la preparazione del piano di posa dei rilevati dovranno eseguirsi almeno 3 carotaggi di profondità compresa tra 10 e 20 mt e si dovranno eseguire delle prove STP in foro per avere conferma dei dati geotecnici assunti nel progetto.

3 FILTRO ROVESCIO AL PIEDE DEL RILEVATO

Prima di iniziare la costruzione del rilevato paramassi si dovrà procedere alla costruzione al piede di un filtro rovescio per evacuare eventuali acque d'infiltrazione che si dovessero raccogliere al piede.

Il filtro rovescio è dotato al piede di un drenaggio realizzato in trincea con un tubo drenante $\phi 315$ mm immerso in ghiaia vagliata e protetto da un geotessile.

Il filtro sarà costituito da materiale lapideo non gelivo costituito da massi di cava romboidali (non sono ammesse le lastre di piastra di Luserna) sistemati in sagoma secondo il particolare di progetto.

Le dimensioni di riferimento saranno le seguenti: parametro esterno massi delle dimensioni superiore a 30 cm di diametro medio per poi diminuire verso l'interno con una granulometria fino ad un diametro minimo di cm 5 a contatto con il rilevato.

Per le zone che verranno trattate con rinforzi in terra rinforzata il filtro rovescio verrà eseguito sulla base di appoggio per uno spessore variabile da 0,30 a 0,90 m.

4 COSTRUZIONE DEI RILEVATI

I rilevati dovranno essere realizzati a strati successivi non superiori a 50 cm e dovranno accuratamente essere stesi e compattati con rullo da 200 KN. Dovrà essere posta attenzione a non eccedere nelle operazioni di rullatura per non peggiorare le caratteristiche del materiale a disposizione. Il materiale dovrà conseguire il massimo grado di addensamento che verrà valutato attraverso l'esecuzione di 3 prove di tipo Proctor; tali prove serviranno per caratterizzare il materiale iniziale proveniente in cantiere, e dovranno essere ripetute, secondo le indicazioni della Direzione Lavori, ogni qualvolta venga osservata una variazione significativa delle caratteristiche fisiche del materiale di smarino.

I piani dei rilevati dovranno essere sempre inclinati verso monte di almeno 1 o 2°. Ogni 4 strati dovranno essere eseguite delle prove di carico su piastra; le prove non potranno essere in numero inferiore a 6 ogni ciclo di 4 strati, sull'intera lunghezza del vallo.

I valori dei parametri geotecnici derivanti dalle prove di verifica delle caratteristiche dei materiali utilizzati per la costruzione del vallo dovranno essere uguali o superiori a quelli assunti per le verifiche effettuate nello studio a supporto del progetto.

5 MOVIMENTI TERRA

5.1 SCAVI

5.1.1 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 dalla D.L., andranno trasportati a discarica o accumulati in aree indicate dalla D.L., 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.

5.1.2 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, palificate doppie 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.

5.1.3 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 della 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 della 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 dalla D.L., 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, la D.L. avrà la facoltà di ordinare, se lo riterrà opportuno, l'esecuzione degli scavi subacquei.

Il materiale di risulta degli scavi verrà in parte riposizionato sul versante ed utilizzato per il riempimento a tergo delle difese spondali ed in parte avviato a discarica.

6 VIABILITA' DI ACCESSO AL CANTIERE

6.1 Viabilità di accesso

L'accesso alle aree di cantiere è previsto dalla strada provinciale SP 216 esistente che consente l'accesso all'area di cantiere senza necessità di nuova viabilità.

Sono a carico dell'Impresa tutti gli oneri per la realizzazione di accessi alternativi a quello previsto in progetto, comprese le opere di successivo ripristino; tali eventuali accessi dovranno essere autorizzati dalla Direzione Lavori.

6.2 Vallo paramassi provvisorio e disaggi

Prima dell'esecuzione di qualsiasi altra attività sul versante si dovrà procedere alla messa in sicurezza dell'area di lavoro.

Dovrà essere eseguito tramite ditta specializzata un rilievo di dettaglio di tutta la parete rocciosa sovrastante il pendio e dovranno essere disgiunti i massi ritenuti più pericolanti. Successivamente si procederà al tracciamento del limite superiore del vallo e si provvederà al disboscamento.

Eseguito il disboscamento si provvederà alla costruzione di un vallo temporaneo e provvisorio dell'altezza di 3,00 m circa utilizzando esclusivamente il materiale scavato.

Solo successivamente si provvederà all'esecuzione delle altre operazioni di costruzione del paramassi.

7 OPERE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO

7.1 Generalità

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. 14/01/2008.

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 della 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.

7.2 Calcestruzzo

7.2.1 Caratteristiche dei materiali

7.2.1.1 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. 1/11/1959 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. 14 gennaio 2008.

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 della 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 %
4,76	100
2,38	80 – 100
1,19	50 – 85
0,59	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/m³ (2600 kgf/m³).

7.2.1.2 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 maggio 1965 n. 595, dal D.M. 14/1/1966, dal D.M. 3/6/1968, dal D.M. 31/8/1972 e dal Decreto del Ministero dell'Industria n° 126 del 9/03/1988. 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.

7.2.1.3 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 SO₄ sarà inferiore a 0,05%. Il dosaggio dell'acqua sarà fatto a volume tenendo conto dello stato igrometrico degli inerti.

7.2.1.4 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 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 dalla Direzione Lavori.

In corrispondenza dei giunti di dilatazione sia a tenuta o meno delle strutture in c.a. dove indicato nei disegni o richiesto dalla 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 contatto dei materiali devono essere perfettamente asciutte e lisce.

7.2.1.5 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.

7.2.1.6 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 cm³ per newton di cemento (cm³ 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 cm³ per newton di cemento (30 - 100 cm³ 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 cm³ 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:

- 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;
- per valori di slump da 20 a 25 cm dovrà presentare un bleeding (quantità di acqua essudata, UNI 7122-72) inferiore a $0,05 \text{ cm}^3/\text{cm}^2$;
- il valore dello slump dopo un'ora di trasporto in autobetoniera, non dovrà ridursi più del 50% (a temperatura ambiente di circa $20 \text{ }^\circ\text{C}$).

7.2.1.7 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 $2,5 \text{ cm}^3$ 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:

- 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;
- per valori di slump da 20 a 25 cm dovrà presentare un bleeding (quantità di acqua essudata, UNI 7122-72) inferiore a $0,05 \text{ cm}^3/\text{cm}^2$.

7.2.1.8 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 $1,5 \text{ cm}^3$ 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:

- 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;
- per valori di slump da 20 a 25 cm dovrà presentare un bleeding (quantità di acqua essudata, UNI 7122-72) inferiore a $0,05 \text{ cm}^3/\text{cm}^2$;
- il valore dello slump dopo un'ora di trasporto in autobetoniera a temperatura ambiente non dovrà ridursi di più di 2 cm.

7.2.1.9 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/sec. ;
- 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 cm³/cm² in modo da evitare la presenza di strati di calcestruzzo arricchiti d'acqua e pertanto porosi e permeabili.

7.2.2 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 ²)	20
B	25 (250 kgf/cm ²)	2,5 (250 kgf/cm ²)	20
C	20 (200 kgf/cm ²)	2,0 (200 kgf/cm ²)	30
D	15 (150 kgf/cm ²)	1,5 (150 kgf/cm ²)	30

La granulometria dell'impasto di calcestruzzo rispondente a quanto sopra richiamato dovrà essere preventivamente sottoposta all'approvazione della Direzione Lavori e studiata in modo tale da ottenere la resistenza di cui alla tabella sopra riportata.

Il rapporto acqua-cemento sarà oggetto di una serie di prove preventive che l'Impresa svolgerà sotto il controllo della Direzione Lavori.

I rapporti fissati dovranno essere strettamente rispettati durante tutti i lavori. Di regola il rapporto acqua-cemento non dovrà essere superiore a 0,5.

Lo slump approvato dalla Direzione Lavori sarà costantemente controllato durante il corso dei lavori e potrà variare a discrezione della Direzione Lavori per migliorare la qualità dei calcestruzzi.

7.2.3 Modalità esecutive

7.2.3.1 Impianto di betonaggio

L'impianto di betonaggio, salvo casi particolari e ad insindacabile giudizio della 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.

I componenti dell'impasto (cemento, inerti, acqua e additivi), debbono poter essere misurati a peso.

È ammessa anche la misurazione a volume dell'acqua e degli additivi solo per le opere di minore importanza e ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori.

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 dalla 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.

7.2.3.2 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 m³.

Per betoniere superiori si prolungherà il tempo di mescolamento di 15" per ogni mezzo m³ 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.

7.2.3.3 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 dalla 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 della 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 della Direzione Lavori, sono a carico dell'Impresa che ne resta responsabile a tutti gli effetti.

7.2.3.4 Getto del calcestruzzo

L'Impresa è tenuta ad informare la Direzione Lavori dell'esecuzione dei getti e potrà procedere nell'operazione solo previa ispezione ed autorizzazione della 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 dalla Direzione Lavori.

7.2.3.5 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.

7.2.3.6 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 della 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 verificassero interruzioni per cause impreviste, il getto sarà interrotto in zone in cui meglio convenga la formazione di un giunto di costruzione, d'accordo con la 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.

7.2.3.7 Vibratura 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 dalla 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 m³ 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 (7.000 giri al minuto per tipi ad immersione; 8.000 giri al 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 della 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.

7.2.3.8 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 della 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, sabbare 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.

7.2.3.9 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 dalla Direzione Lavori.

L'impermeabilità o tenuta dei giunti verrà ottenuta mediante nastri in PVC o gomma o lamierini di rame.

7.2.3.10 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 della 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 - 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.

7.2.3.11 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 della 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/m³ (300 kgf/m³).

È facoltà della 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 della 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.

7.2.3.12 Inserti a tenuta nei calcestruzzi

Tutti gli inserti, come tubi, profilati metallici, ecc., che attraversano strutture di calcestruzzo contenenti liquami, dovranno essere posti in opera nei punti precisi indicati sui disegni e con sistemi tali da impedire perdite o filtrazioni dei liquami nel contatto calcestruzzo-inerti.

Pertanto potranno essere permessi giunti o alette metalliche che garantiscano la tenuta e resistano alla pressione del liquame nonché l'uso di malta sigillante a tenuta idraulica.

La fornitura e la posa di tali accorgimenti saranno a carico dell'Impresa.

7.2.4 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 dalla 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. 14 gennaio 2008 ed in ogni caso con la frequenza di almeno una serie di provini per ogni struttura principale per ogni tipo di

calcestruzzo, con facoltà della Direzione Lavori di richiedere per strutture particolarmente importanti, a suo insindacabile giudizio, prelievi addizionali, sempre restando a carico dell'Impresa tutte le spese relative. Ogni prelievo sarà costituito da 6 provini di cui 4 saranno provati a 28 gg. e due a 7 gg. La media dei 3 risultati migliori delle 4 prove a rottura a 28 gg. dei cubetti determinerà la resistenza dei calcestruzzi. 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 la Direzione Lavori volesse eseguire sopra gli impianti od i calcestruzzi in opera, l'Impresa è tenuta a fornire tutta l'assistenza del caso.

7.3 Casseforme

7.3.1 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 spancamenti e distacchi delle stesse durante le vibrazioni del getto.

Sono previsti due tipi:

- 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;
- casseforme per getti da lasciare in vista o a contatto con le acque. Dovranno essere metalliche od in tavolame accuratamente piattato 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 boiaccia 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.

7.3.2 Modalità esecutive

Al momento del getto del calcestruzzo la superficie interna delle casseforme dovrà essere esente da qualsiasi incrostazione di malta, boiaccia 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 della 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 della Direzione Lavori.

8 ESECUZIONE DI DRENAGGI SUPERFICIALI

8.1 Generalità

Sotto la pista di monte ed al piede del vallo è prevista la posa di una tubazione drenante Ø 315 in polietilene corrugato fessurate inserita in uno scavo a sezione obbligatoria 40x40 cm riempita di ghiaia.

8.2 Materiali

8.2.1 Tubo drenante

Si dovranno utilizzare tubi in PEAD per drenaggio a doppia parete con superficie esterna corrugata ed interna liscia.

Sono forniti in barre da 6 m complete di manicotto di giunzione e guarnizione elastomerica.

La foratura è eseguita con tagli di spessore 2,5.3.4 mm in base al diametro.

La produzione dovrà avvenire secondo le norme UNI EN ISO 011:200, il diametro esterno nominale dovrà essere di 315 mm; la classe di rigidità sarà pari SN8.

La superficie di captazione del tubo dovrà essere forata su un arco di 240° con tagli di larghezza 2,5 – 3- -4 mm (presenti in numero pari sul fondo di ciascuna gola di corrugazione).

Le giunzioni tra le barre del tubo avverranno a mezzo di appositi bicchierid i giunzione, corredati da guarnizione elastomerica da posizione sulla prima gola di corrugazione della testata del tubo da inserire nel bicchiere.

8.2.2 Ghiaia

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. 1/11/1959 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. 14 gennaio 2008.

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 della 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 %
4,76	100
2,38	80 – 100
1,19	50 – 85
0,59	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/m³ (2600 kgf/m³).

8.2.3 Geotessile

Si dovrà utilizzare un geotessile nontessuto agugliato da fiocco in poliestere per la separazione, la protezione, la filtrazione, il rinforzo in applicazioni di ingegneria civile e geotecnica.

Il geotessile dovrà avere una massa areica non inferiore a 200 g/mq (EN 9864), uno spessore sotto 2 kPa non inferiore a 1.0 mm (EN 9863), una resistenza a trazione L/T non inferiore a 1.0/1.0 kN/m (EN ISO 10319), una deformazione a rottura L/T non superiore a 80/90% (EN ISO 10319), una resistenza a punzonamento statico non inferiore a 0.2 kN (EN ISO 12236), un diametro del foro alla prova di punzonamento dinamico non superiore a 45 mm (EN ISO 13433), un diametro di filtrazione O₉₀ non superiore a 100 micron (EN ISO 12956), una permeabilità normale al piano non inferiore a 98 l/s*m (EN ISO 11058).

Il geotessile dovrà essere marcato CE in conformità alle norme armonizzate pertinenti all'applicazione cui è destinato il prodotto.

La valutazione della conformità dei dati verrà effettuata tenendo conto dei dati medi indicati in scheda tecnica e delle tolleranze espresse sulle schede di marcatura CE.

L'accettazione del prodotto è subordinata alla presentazione alla DL della scheda tecnica del prodotto, del certificato di conformità CE alla norma indicata, del certificato di qualità aziendale del produttore; la fornitura dovrà essere accompagnata dalla scheda CE del prodotto, dalla dichiarazione di conformità secondo UNI EN ISO 17050.

Il geotessile dovrà essere posato secondo le indicazioni progettuali.

CARATTERISTICHE FISICHE						
Massa areica	g/mq	200	300	400	500	EN ISO 9864
Spessore a 2 kPa	mm	1,00	1,40	2,00	2,40	EN ISO 9863
CARATTERISTICHE MECCANICHE						
Resistenza a trazione longitudinale MD	kN/m	1,0	2,0	3,0	3,0	EN ISO 10319
Resistenza a trazione trasversale CMD	kN/m	1,0	2,0	3,0	3,0	EN ISO 10319
Allungamento a carico max longitudinale MD	%	80	60	70	70	EN ISO 10319
Allungamento a carico max trasversale CMD	%	90	80	70	70	EN ISO 10319
Resistenza al punzonamento statico CBR	kN	0,2	0,5	0,6	0,6	EN ISO 12236
Perforazione al cone drop test	mm	45	30	20	18	EN ISO 13433
CARATTERISTICHE IDRAULICHE						
Apertura caratteristica O ₉₀	µm	100	80	70	70	EN ISO 12956
Permeabilità normale al piano V _{IH} 50	l/s*mq	98	58	46	35	EN ISO 11058

9 TERRA RINFORZATA

9.1 Generalità

La buona riuscita di un'opera in terra rinforzata è fortemente funzione del rispetto di alcune semplici ed elementari regole da seguire in fase di costruzione al fine di garantire la piena efficacia delle operazioni di posa dei teli di rinforzo del terreno.

Rimane comunque inteso che, ove non diversamente specificato, l'Impresa dovrà farsi carico dei costi di tutte le prove di controllo preventive ed in corso d'opera previste e successivamente eventualmente richieste dalla D.L.

9.2 Provenienza dei materiali

L'Impresa utilizzerà per la costruzione del rilevato il materiale di scavo della galleria di sicurezza del tunnel del Frejus.

Al fine di evitare fenomeni di cedimenti differenziali nell'ambito dello sviluppo del rilevato il materiale utilizzato per i riempimenti dovrà presentare caratteristiche di omogeneità.

9.3 Caratteristiche dei teli di rinforzo

Le geogriglie utilizzate dovranno essere costituite da una struttura piana monolitica con una distribuzione regolare di aperture di forma allungata che individuano fili longitudinali e trasversali. I fili longitudinali delle geogriglie devono aver subito un processo di orientamento molecolare per aumentare le caratteristiche meccaniche ed assicurare un'elevata resistenza a lungo termine. Le giunzioni tra i fili longitudinali e trasversali devono essere parte integrante della struttura della geogriglia, e non devono essere ottenute per intreccio o saldatura dei singoli fili. Il suddetto materiale dovrà essere reso in cantiere in bobine e dovrà corrispondere in ogni aspetto alle seguenti caratteristiche:

- Polimero costituente il manufatto: 100 % Poliestere con rivestimento in PVC nero
- Resistenza massima a trazione longitudinale in accordo a ISO 10319: i valori della resistenza e la lunghezza e gli allungamenti sono indicati negli appositi disegni grafici.
- Resistenza massima a trazione trasversale in accordo a ISO 10319: i valori della resistenza e la lunghezza e gli allungamenti sono indicati negli appositi disegni grafici
- Allungamento a carico massimo secondo ISO 10319: i valori della resistenza e la lunghezza e gli allungamenti sono indicati negli appositi disegni grafici

Le geogriglie devono avere la marcatura CE, in conformità alle norme EN, e devono essere certificate dall'I.T.C. (Istituto per le Tecnologie della Costruzione) o altro istituto accreditato, per garantire una durata di esercizio di almeno 120 anni

Il Sistema Qualità del Produttore deve essere certificato a fronte delle norme UNI EN ISO 9001:2000.

Preventivamente alla approvazione del materiale da parte della Direzione Lavori il fornitore dovrà produrre copia dei certificati di prova (prove di laboratorio, prove di carico su massicci in terra rinforzata di vera grandezza, etc.) relativi ai valori di cui sopra oltre che un certificato di validità internazionale che garantisca che la tensione ammissibile della geogriglia sia almeno uguale a quella di progetto per una durata di 120 anni.

I teli utilizzati dovranno essere di poliestere, con rivestimento protettivo in PVC nero, in quanto meglio si adattano

all'utilizzo anche a basse temperature ed alle eventuali disuniformità del terreno.

La geogriglia dovrà avere una dimensione delle maglie di circa 20x20 mm.

Sono compresi sfridi, sormonti e quanto altro necessario per dare il lavoro finito a regola d'arte.

9.4 Preparazione del piano di posa

Il piano di posa dovrà essere opportunamente preparato, in particolare attraverso il passaggio ripetuto (almeno 3 volte) del rullo vibrante, preferibilmente con una ruota a piede di montone che verrà successivamente utilizzato per la compattazione degli strati.

Nella preparazione del piano di posa è compreso l'allontanamento di ogni eventuale ciottolo a spigoli vivi, di radici e rami che dovessero trovarsi nel terreno. Eventuali buchi e/o depressioni dovranno essere opportunamente colmate in maniera tale da creare una superficie finale di appoggio che sia regolare e priva di ingombri od ostacoli.

L'Impresa provvederà a far sì che il piano di posa sia il più possibile regolare, privo di bruschi avvallamenti e tale da evitare il ristagno d'acque piovane.

Il piano di posa dovrà essere approvato previa ispezione e controllo da parte della Direzione Lavori, che potrà comunque richiedere al momento dell'apertura degli scavi ulteriori scavi di sbancamento per bonifica per rimuovere eventuali strati di materiali coesivi, teneri o torbosi non rinvenuti nella fase ispettiva condotta durante la progettazione o per l'asportazione dei materiali rimaneggiati per negligenza e/o cattiva esecuzione da parte dell'Impresa.

9.5 Modalità esecutive

Eseguito il piano di posa verrà predisposto il cassero metallico di sostegno del paramento esterno preventivamente sagomato secondo l'inclinazione di progetto; sul cassero di progetto verrà apposto sul lato interno una striscia di geojuta avente larghezza di almeno mt 1,20 e successivamente si provvederà alla messa in opera del rinforzo in geogriglia. La parte di risvolto sarà tenuta esterna al cassero.

Successivamente alla posa, verificato che non vi siano discontinuità e che le giunzioni tra un telo e l'altro siano adeguatamente sovrapposte sormonto minimo 10 cm, si provvederà alla realizzazione degli strati di riempimento.

Lo spessore complessivo dello strato non potrà superare i 60 cm e dovrà essere eseguito in 2 strati da 30 cm accuratamente rullati con almeno 2 passate di rullo compressore.

Raggiunto il riempimento totale dello strato si provvede alla distesa del risvolto.

Eseguite queste operazioni si procede nuovamente con le operazioni già descritte.

10 CARPENTERIA METALLICA

10.1 Lavori in ferro

I materiali metallici da impiegare nei lavori dovranno corrispondere alle qualità, prescrizioni e prove appresso indicate. In generale i materiali dovranno essere esenti da scorie, soffiature, bruciature, paglie o qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura, fucinatura o simili. Sottoposti ad analisi chimica dovranno risultare esenti da impurità o da sostanze anormali. La loro struttura micrografica dovrà essere tale da dimostrare l'ottima riuscita del processo metallurgico di fabbricazione e da escludere qualsiasi alterazione derivante dalle successive lavorazioni a macchina, o a mano, che possa menomare la sicurezza dell'impiego.

I lavori in ferro per griglie dovranno essere ad esecuzione saldata e dovranno essere zincati. L'ancoraggio dei profilati alla muratura in cls dovrà avvenire con patte sagomate se gettate contemporaneamente dovranno invece essere fissate con tasselli ad espansione se eseguiti successivamente.

10.2 Paratoie

I dispositivi dovranno essere realizzati con materiali ad alta resistenza e trattati con zincatura a caldo secondo la norma UNI EN ISO 1461:1999 al fine di ottenere una lunga durata nel tempo; dove è necessario le sezioni saranno rinforzate con nervature, in ogni caso queste saranno calcolate per resistere al massimo carico idrostatico. Il profilo in gomma delle tenute sarà realizzato a forma di "nota musicale" in questo modo la pressione idrostatica contribuisce a migliorare la tenuta. Il sollevamento dell'otturatore avverrà per mezzo di un riduttore di sforzo ad azionamento manuale, con volantino di comando.

L'Impresa sarà tenuta a presentare alla Direzione Lavori in tempo utile prima dell'inizio dei lavori quanto segue:

- a) i disegni esecutivi delle strutture metalliche ;
- b) tutte le indicazioni necessarie per la corretta installazione delle strutture metalliche.

La Direzione dei Lavori si riserva la facoltà di richiedere all'appaltatore i "Certificati di qualità" dei vari tipi di materiali rilasciati da Laboratori ufficiali.

11 TUBAZIONI

11.1 Tubi in PEAD

Le condotte idriche saranno realizzate in tubazioni in polietilene strutturato in PEAD a doppia parete rigido, in barre da 6 ml, giunto a manicotto e guarnizione ad anello toroidale. Dovranno essere posate a perfetta regola d'arte e dovrà essere garantita la tenuta in opera sia per le giunzioni tra tubazioni sia per le giunzioni con i manufatti quali pozzetti di ispezione ed altri.

La tubazione strutturata in PEAD a doppia parete, corrugata esternamente e liscia internamente, prodotta per co-estruzione continua delle due pareti, dovrà essere prodotta da azienda certificata secondo UNI EN ISO 9002. La parete interna liscia dovrà essere di colore azzurro o bianco per facilitare l'ispezione visiva e con telecamere. Il profilo, le dimensioni e le proprietà meccaniche del tubo dovranno rispondere alle prescrizioni del prEN(155wi009)-1 del gennaio 1998 per tubi strutturati in PE di tipo B.

Il diametro esterno nominale sarà 250 mm; la classe di rigidità, misurata secondo EN ISO 9969, sarà SN 8 (pari a 8 KN/mq).

Le giunzioni fra le barre di tubo, e i pezzi speciali, avverranno a mezzo di apposito manicotto di giunzione, corredato da due guarnizioni elastomeriche da posizionare singolarmente sulla prima o seconda gola di corrugazione di ciascuna testata del tubo.

Scavo, letto di posa, rinfilanco, compattazione, reinterro e ripristino saranno conteggiati a parte.

Il carico e lo scarico dei tubi corrugati deve avvenire facendo estrema attenzione a non rovinare le estremità e la parete interna dei tubi: non è consentito l'utilizzo di ganci che afferrino il tubo dall'interno, mentre è più corretto l'utilizzo di fasce o funi che non vadano ad incidere le pareti del tubo.

Il fondo dello scavo deve essere realizzato con materiale di granulometria abbastanza fine, in modo che non ci siano spigoli vivi a contatto con le pareti del tubo.

E' consigliabile la realizzazione di un letto di sabbia o di ghiaia fine, pari ad almeno due volte l'altezza del profilo del tubo, per evitare il contatto delle corrugazioni con superfici non adatte; in caso di posa al di sotto di sede stradale o su prescrizione del progettista è prevista la posa in letto di calcestruzzo magro.

La larghezza dello scavo deve essere ridotta, quanto più possibile compatibilmente con le esigenze di posa; non dovrà comunque essere superiore a 0,80 m.

Indipendentemente dal tipo di tubo installato, il riempimento va eseguito mediante compattazione a strati successivi di circa 30 cm, poiché una scarsa compattazione effettuata nella posa può portare in seguito al cedimento del terreno.

Un valore accettabile di compattazione è nell'ordine del 90÷95% di indice Proctor.

La compattazione va inoltre effettuata con materiali adeguati, soprattutto nella zona di ricoprimento del tubo, utilizzando materiali a granulometria fine.

Il tubo dovrà essere annegato in un cassonetto di calcestruzzo magro, per uno spessore di almeno 10 cm rispetto alla generatrice superiore.

Fino a circa 30 cm al di sopra del tubo è buona norma utilizzare materiale a granulometria fine, dopo di che va utilizzato materiale buono per ulteriori 70/80 cm. Superato 1 m di ricoprimento, si può ultimare il ricoprimento anche con il terreno proveniente dallo scavo stesso.

Ultimate le operazioni di installazione si dovrà procedere all'effettuazione di un collaudo idraulico della condotta, isolando tratti di condotta con tappi mobili e mettendo in leggera pressione la condotta così isolata (0,5 bar).

Nell'effettuare il collaudo bisogna tenere presente che il tubo è elastico, per cui andrà valutata la quantità d'acqua da reinserire nella condotta per ripristinare la pressione di prova oppure andrà considerato un leggero calo della pressione di prova; infatti la causa di questa caduta di pressione va ricercata nella dilatazione della condotta e non a perdite dalle giunzioni.

Giunzioni: Sistema manicotto-guarnizione

L'elemento geometrico caratteristico del manicotto è il diametro interno, che deve essere pari al diametro esterno del tubo; anche i manicotti sono normalizzati per quel che riguarda il diametro e la tolleranza. Il manicotto prodotto per la giunzione del tubo corrugato dovrà essere liscio internamente e dotato di anello di battuta a metà lunghezza che permette il suo centraggio rispetto alle estremità dei tubi da giuntare. La lunghezza del manicotto deve permettere l'inserimento di più corrugazioni al suo interno per assicurare un allineamento corretto dei due tubi.

La guarnizione, in EPDM, dovrà garantire una perfetta tenuta idraulica sia dall'interno verso l'esterno, sia per quel che riguarda infiltrazioni dall'esterno verso l'interno.

Le operazioni preventive alla giunzione dei tubi consisteranno in:

- pulizia della parete esterna del tubo, della parete interna del manicotto e della guarnizione, perché lo sporco depositato non consenta perdite durante il collaudo o l'esercizio;
- la determinazione della lunghezza di tubo effettivamente infilabile all'interno del manicotto. Per fare ciò si inserisce un tubo nel manicotto fino a raggiungere la battuta presente a metà manicotto. A questo punto si segna il tubo in modo da riportare la lunghezza di inserimento su tutti i tubi da giuntare. In questo modo si può verificare facilmente l'avvenuto inserimento del tubo sul manicotto.

L'operazione di giunzione proseguirà quindi con l'inserimento della guarnizione nella gola di corrugazione immediatamente vicina alla testata del tubo (la guarnizione può essere inserita anche nella seconda corrugazione senza perdita di funzionalità).

A questo punto si inserisce il manicotto sul tubo. Per facilitare l'operazione si possono utilizzare degli scivolanti biodegradabili a base acquosa da spalmare nelle zone di contatto.

Per giuntare il secondo tubo, dopo aver preventivamente provveduto all'inserimento della guarnizione, si provvederà all'infilaggio all'interno del manicotto fino a giungere a battuta. Per verificare che il tubo sia stato inserito completamente si controlla che il segno fatto sulla sua superficie abbia raggiunto la fine del manicotto.

Giunzioni: Saldatura di testa

Lo spessore delle due pareti permette anche la giunzione dei tubi per saldatura di testa. La tecnica di saldatura è la stessa utilizzata per i tubi lisci e garantisce una perfetta tenuta.

La fresatura viene effettuata su una zona molto corta in modo che il riscaldamento non coinvolga anche la corrugazione. I parametri di saldatura (tempi e pressioni) sono gli stessi utilizzati per la saldatura testa a testa di tubi lisci a parete sottile.

La saldatura verrà richiesta nel collegamento dei tubi ai pozzetti e ai pezzi speciali e/o dove prescritto dalla D.L..

Pezzi speciali

Le condotte di scarico necessitano di elementi particolari detti "pezzi speciali", idonei a realizzare curve, derivazioni, riduzioni, ispezioni, allacci, chiusure, ecc., indispensabili sia in fase di posa che successivamente.

La giunzione fra un tratto di condotta e il pezzo speciale utilizzato avviene con le stesse modalità di giunzione scelte per la condotta: a mezzo sistema manicotto-guarnizione o mediante saldatura di testa. I singoli pezzi speciali dovranno essere formati utilizzando gli stessi tubi d'origine garantendo così la massima compatibilità di giunzione.

Nelle seguenti tabelle sono riportate le caratteristiche fisiche e meccaniche per tubi corrugati per fognatura secondo il prEN(155wi009)-1 1998.

Caratteristiche fisiche dei tubi in PE

Caratteristica	Prescrizioni	Parametri di prova		Norma di riferimento
		Caratt.	Valore	
Oven test	Il tubo non deve presentare delaminazioni, rotture o bolle	Temperatura Tempo di immersione e ≤ 8 mm e > 8 mm	(110 \pm 2) °C 30 min 60 min	ISO 12091
Melt Index	Massima differenza dal valore iniziale 0,25 g / 10 min	Temperatura Carico	190 °C 5 kg	ISO 1133

e: spessore massimo di parete del tubo
--

Caratteristiche meccaniche dei tubi in PE

Caratteristica	Prescrizioni	Parametri di prova		Norma di riferimento
		Caratt.	Valore	
Rigidità dell'anello	\geq di quella della classificazione	In conformità a EN ISO 9969		EN ISO 9969
Prova d'urto	TIR \leq 10%	Temperatura Condizionamento Percussore Massa percussore DN 110 DN 125 DN 160 DN 200 DN 250 DN \geq 315 Altezza caduta DN 110 DN \geq 125	0°C Acqua/aria D90 0,5 kg 0,8 kg 1,0 kg 1,6 kg 2,5 kg 3,2 kg 1600 mm 2000 mm	
Flessibilità dell'anello	Curvatura regolare, assenza di crepe alla fine della prova	Schiacciamento	30% D _{em}	EN 1446
Valore di creep	\leq 4 per un'estrapolazione a 2 anni	In conformità a EN ISO 9967		EN ISO 9967

11.1.1 Tubi in PEAD per acquedotto

Per la realizzazione di dette tubazioni dovrà utilizzarsi esclusivamente polietilene ad alta densità con eventuale aggiunta di basi inerti e atossiche.

Le principali caratteristiche del polietilene ad alta densità possono desumersi dalla NORMA UNI 10910 PER SISTEMI DI TUBAZIONI IN POLIETILENE (PE) PER LA DISTRIBUZIONE DI ACQUA, che ha sostituito le norme UNI 7611 + F.A.1 (tubi) e UNI 7612 + F.A.1 (raccordi)

La realizzazione dell'acquedotto mediante tubazioni in P.E.A.D. dovrà avvenire rispettando in toto le istruzioni dell'Istituto Italiano Plastici.

Il fondo dello scavo per l'appoggio della tubazione dovrà essere realizzato con sabbia asciutta e dovrà essere opportunamente livellato secondo le pendenze di progetto. Lo spessore medio del letto di posa sarà di almeno 10-15 cm o comunque non inferiore a 10 cm + 1/10 d.

11.2 Tubazioni in c.a. o conglomerato cementizio

Le tubazioni utilizzate nel presente progetto sono tubazioni in calcestruzzo vibro compresso ad alta resistenza, muniti di giunto a bicchiere con rivestimento interno completo a 360° compresi punta maschio ed incastro femmina in resina poliuretanicca, completi di anello di tenuta in gomma elastomerica, conformi alle norme UNI EN 1610, UNI EN 681-1, UNI 4920, UNI 9534, DIN 4033, DIN 4032, DIN 4035, DIN 4060 diametro interno 100 cm.

Applicabilità di altre Norme

Per quanto non espressamente specificato nel presente disciplinare, in particolare riguardo ai materiali ed alle loro modalità di prova, si applicano le norme emanate con Decreto Ministeriale 12/12/1985 del Ministro dei Lavori Pubblici "Norme tecniche per le tubazioni" in base all'articolo 1 della Legge 2 febbraio 1974, n°64.

Materiali

Calcestruzzo

Cemento, inerti, acqua ed additivi dovranno soddisfare alle norme in proposito. Il calcestruzzo impiegato per la produzione dei tubi deve avere una resistenza caratteristica R_{bk} non minore di 35 N/mm². Il calcestruzzo deve essere progettato anche al fine di garantire l'impermeabilità del manufatto.

Il dosaggio degli inerti con il cemento e l'acqua deve avvenire in modo da assicurare una costante regolarità degli impasti. Gli inerti dovranno essere di natura prevalentemente di natura silicea, perfettamente lavati, di granulometria assortita da 0 a 25 mm, di massimo, con l'avvertenza che la dimensione massima non dovrà essere mai superiore ad $\frac{1}{4}$ dello spessore del tubo e mai inferiore a mm 15; la curva granulometrica dell'inerte dovrà essere quanto più possibile uguale a quella del Bolomey-Fuller (massima dimensione degli inerti 2,5 cm).

Il dosaggio del cemento dovrà essere mai inferiore a 400 kg per ogni mc d'impasto reso.

È vietato l'uso di cloruro di calcio quale additivo, in misura superiore al 2% sul peso del cemento, allo scopo di evitare la corrosione delle armature metalliche.

Il rapporto acqua – cemento non dovrà essere superiore a 0,35, come risultato finale.

Acciai per armature

Gli acciai per la fabbricazione delle armature devono essere di qualità e caratteristiche definite secondo le norme vigenti.

Imbocchi

Gli imbocchi devono consentire il regolare accoppiamento geometrico dei manufatti ed il loro allineamento in modo che, quando i tubi sono posti in opera, la loro superficie interna venga a costituire una condotta regolare e priva di discontinuità nel diametro.

Il disegno degli imbocchi, tenuto conto del tipo di giunzione e delle effettive tolleranze, deve assicurare la tenuta idraulica della condotta nelle condizioni di esercizio.

Nel caso di impiego di guarnizioni in elastomero, il dimensionamento degli imbocchi deve garantire un'adequata resistenza meccanica.

In particolare dovranno essere verificate le seguenti condizioni:

- La guarnizione sarà di forma anulare chiusa di sezione uniforme;
- L'imbocco maschi del tubo dovrà prevedere un incavo sulla superficie esterna adatta ad allocare la guarnizione ed avente sezione non inferiore al 80% della sezione della guarnizione stessa prima dello stiramento di cui al punto successivo. In alternativa: l'imbocco maschi del tubo dovrà essere provvisto di una battuta per il corretto montaggio della guarnizione di altezza non inferiore al 20% del diametro nominale della guarnizione prima dello stiramento; in ogni caso detta altezza non dovrà essere inferiore di 3 mm;
- Lo stiramento da assegnare alla guarnizione al montaggio dovrà essere compreso tra il 10% e il 20% dello sviluppo nominale;
- La sezione normale della guarnizione dovrà presentare una sporgenza di forma opportuna adatta ad impedire o definire il rotolamento della guarnizione stessa sull'imbocco maschio. Sono ammesse sezioni di forma perfettamente circolare soltanto nel caso in cui l'imbocco maschio presenti un incavo adatto a fissare stabilmente la posizione della guarnizione durante l'operazione di giunzione dei tubi;
- Esecuzione e finitura delle zone di imbocco destinate all'alloggiamento della guarnizione dovranno essere accurate;
- La tenuta dei giunti dovrà essere infatti assicurata dalla interposizione di apposito anello di gomma o di materiale simile eventualmente accoppiato ad un ulteriore cordolo sigillante bituminoso, interposti nelle apposite sedi in modo da occludere tutti i vuoti.

L'elastometro costituente le guarnizioni deve essere antiinvecchiante, garantito nelle condizioni di esercizio per almeno 10 anni e di accertata stabilità in presenza degli agenti chimici esistenti nel fluido della condotta.

Tali caratteristiche andranno accertate con certificazioni rilasciate da laboratori ufficiali.

In ogni caso l'elastometro dovrà presentare le seguenti caratteristiche fisiche:

- Resistenza minima di rottura a trazione 8 N/mmq;
- Resistenza minima di rottura 450%
- Durezza definita nel campo da 35 a 55 Shore A con tolleranza di +5.

Armature

Dimensionamento e collocazione delle armature longitudinali devono assicurare la stabilità della posizione delle armature trasversali durante il processo di fabbricazione dei tubi. Devono inoltre essere rispettate le seguenti condizioni:

- La distanza tra gli anelli (o il passo delle spirali) dell'armatura trasversale non deve essere superiore a 1,5 volte il valore dello spessore nominale SN ed in nessun caso maggiore di 200 mm. Nel caso che l'armatura sia composta da più di una gabbia tale prescrizione vale separatamente per ciascuna gabbia.
- La distanza tra gli assi delle armature longitudinali, misurata lungo l'arco della circonferenza non deve essere maggiore di 500 mm.
- Nel caso di adozione di armatura di rete elettrosaldata valgono le norme vigenti in materia, oltre alle presenti prescrizioni.
- Quando l'armatura sia costituita da una sola gabbia, essa deve collocarsi totalmente nella metà dello spessore della parete, rivolta verso l'interno del tubo.
- Il copriferro minimo è di 20 mm. Pertanto detti d_t (mm) il diametro del tondino di armatura trasversale e d_g (mm) il diametro del tondino di armatura longitudinale, non son ammessi tubi armati aventi spessore nominale SN inferiore al valore $sn_{\text{minimo}} = 2 \cdot (20 + d_t + d_g)$ mm.

Controlli di qualità

Caratteristiche geometriche, tolleranze e scostamenti

Le superfici interna ed esterna devono risultare uniformi e regolari, prive di fessure, vespai e discontinuità evidenti.

La superficie interna deve apparire perfettamente cilindrica e liscia:

- Dimensioni interne: nessun valore rilevato degli assi interni della tubazione dovrà scostarsi dal valore nominale di oltre $(3+0,01DN)$ mm.
- Lunghezza utile: è ammesso uno scostamento rispetto al valore nominale LN non superiore a $(10+0,01 LN)$ mm.
- Spessore di parete: non sono ammessi in nessun punto della parete della tubazione valori inferiori a quelli specificati dalla tabella A.

Caratteristiche fisiche e modalità di prova

Le tubazioni in conglomerato cementizio dovranno essere sottoposte, oltre alla prova di resistenza a rottura per schiacciamento, alle prove di tenuta alla pressione idraulica interna e di impermeabilità.

All'atto della posa i tubi dovranno avere almeno 28 giorni di maturazione; questa dovrà avvenire in ambiente umido al riparo dal sole ed a temperatura per quanto possibile uniforme e non superiore a 25°, preferibilmente sott'acqua e dovranno essere trasportati in cantiere almeno 8 giorni prima della posa.

Prova di tenuta: i tubi devono venire collocati in attrezzatura o macchina conformata in modo da poter eseguire la prova di due tubi con relativo giunto nelle normali condizioni di esercizio. Detta attrezzatura deve consentire in modo idoneo la tenuta alle estremità, il riempimento graduale con acqua e lo sfogo dell'aria. A riempimento avvenuto l'acqua viene successivamente e gradualmente portata alla pressione minima corrispondente ad una prevalenza di 2 m di colonna d'acqua misurata nel punto più alto della coppia dei tubi. Detta prevalenza sarà rilevata preferibilmente con tubo piezometrico ed, in ogni caso, con apparecchiatura adatta a valutare con sicurezza variazioni di pressione di 0,05 bar (= 0,51 N/cm²). I tubi, dopo essere stati mantenuti alla pressione indicata per almeno 15 minuti, non devono presentare perdite, né sgocciolio di liquido verso l'esterno. Ciò vale anche per la giunzione.

Prova di impermeabilità: le tubazioni devono essere collocate verticalmente sopra una base piana dopo che l'incastro inferiore è stato reso stagno. Il locale all'interno del quale si effettuerà la prova deve avere una temperatura di circa 15°-20°, che dovrà restare costante durante la tutta prova. I tubi vengono riempiti per un

metro di altezza e il riempimento completato ogni giorno. Dopo otto giorni la perdita di acqua deve risultare inferiore a 2 cm nelle 24 ore.

Prova di resistenza: le prove saranno eseguite a carico della ditta presso la fabbrica oppure in cantiere od in laboratorio su campioni prelevati in ragione di un campione ogni 1000 m di canalizzazione con un minimo di 2 elementi per ogni classe di tubazione. In caso di prova non soddisfacente si procede ad un nuovo prelevamento, nelle stesse condizioni ma in misura doppia della precedente, se i risultati di queste nuove prove saranno ancora sfavorevoli, le tubazioni da impiegare saranno definitivamente respinte. Le tubazioni non accettate per difetto accertato dalla D.L. devono essere contrassegnate, allontanate dal cantiere o depositate in luoghi indicati e con le prescrizioni dettate dalla stessa Direzione Lavori. L'attrezzatura o macchina di prova a schiacciamento deve consentire l'appoggio del tubo con l'asse orizzontale su due generatrici inferiori opportunamente distanziate tra loro. Il carico viene applicato con distribuzione uniforme lungo la generatrice diametralmente opposta alla loro mezzeria. Per i tubi con imbocco a bicchiere, il carico si applica sulla superficie esterna del tubo, con esclusione della zona dell'imbocco maschio nel solo caso in cui quest'ultimo sia ribassato rispetto alla superficie esterna. Nel caso di tubi con piede di posa è quest'ultimo che viene posato sull'appoggio inferiore. Allo scopo di realizzare le condizioni di prova, il basamento dell'attrezzatura o macchina deve essere opportunamente rigido e portare due travetti di legno duro eguali tra loro e liberamente appoggiati in posizione parallela all'asse del tubo; la distanza libera tra i due travetti deve essere controllata prima della prova ed avere il valore di 0,3 (DN+2SN) mm. I travetti sono di sezione quadrata, con spigoli smussati e le loro dimensioni variano in funzione delle dimensioni del tubo, da 35 a 200 mm; devono essere opportunamente sagomati nel caso di prova dei tubi con imbocco a bicchiere. Il carico viene esercitato mediante una trave di acciaio con asse parallelo all'asse del tubo, disposta superiormente e recante, fissata alla sua faccia inferiore, un travetto di legno duro eguale a ciascuno dei travetti inferiori. La risultante dei carichi applicati deve cadere nel punto di mezzo della proiezione orizzontale della linea di contatto tra tubo e travetti. L'attrezzatura o macchina deve soddisfare alle seguenti condizioni:

- Consentire l'applicazione graduale del carico;
- Disporre di uno strumento di misura con precisione almeno +1%, provvisto di indice di massima o di altro sistema che permetta di leggere con sicurezza il valor massimo del carico raggiunto.

La prova viene eseguita disponendo il tubo in posizione, ed incrementando il carico applicato alla velocità di 20 kN/minuto per metro di lunghezza utile, fino alla rottura. Nel carico del carico si dovrà tener conto del peso proprio della trave gravante sul tubo e di quant'altro sia ad essa connesso. È misura del carico applicato il rapporto tra il valore così calcolato e la lunghezza utile LN del tubo in prova.

Resistenza a collasso per prove di schiacciamento normalizzate: la resistenza minima a collasso c_u per carico di prova applicato secondo quanto indicato precedentemente, dovrà risultare non inferiore ad 1,3 volte il carico di fessurazione effettivamente misurato in prova.

Duttilità: non è ammessa la rottura fragile del tubo alla prova di schiacciamento.

Resistenza a fessurazione per prove di schiacciamento normalizzate: la resistenza minima a fessurazione c_f per carico di prova applicato secondo quanto indicato precedentemente, dovrà risultare non inferiore ai valori che si ricavano dai coefficienti della tabella B che esprimono il rapporto c_f/DN .

Resistenza del cls: la resistenza media del conglomerato cementizio sarà determinata con almeno 12 battute eseguite su una maglia quadrata con lat di 10 cm, mediante normale sclerometro, dovrà risultare non inferiore a 500 kg/cmq

Norme per l'accettazione

Le tubazioni dovranno essere preventivamente presentate in campioni di cui dovrà essere dichiarata la provenienza. A suo insindacabile giudizio la Stazione Appaltante si riserva di sottoporre i campioni alle prove e alle analisi da effettuarsi presso un laboratorio autorizzato.

Marcatura

Ogni elemento che giungerà in cantiere dovrà essere marcato.

La marcatura degli elementi eseguita in modo chiaro e durevole dovrà riportare: come descritto dalla normativa UNI EN 1916:

a) Tubazioni:

- numero di norma
- dimensione nominale
- spessore minimo di parete
- materiale

- codice di area di applicazione (esterno o interno all'edificio)
- rigidità anulare nominale
- fabbricante
- l'eventuale simbolo per l'impiego a basse temperature
- Identificazione della tipologia: U = calcestruzzo non armato; A = calcestruzzo armato con tondini d'acciaio; F = calcestruzzo armato con fibre d'acciaio

b) Raccordi:

- numero di norma
- dimensione nominale
- angolo nominale
- spessore minimo di parete
- materiale
- codice di area di applicazione (esterno o interno all'edificio)
- fabbricante.

11.3 Scavi delle trincee, coordinamento altimetrico e rispetto delle livellette per la posa in opera delle tubazioni

Generalità

Gli scavi per la posa in opera delle tubazioni devono essere costituiti da tratte rettilinee (livellette) raccordate da curve. Qualora fossero necessarie deviazioni, si utilizzeranno i pezzi speciali di corrente produzione o loro combinazioni delle specifiche tubazioni. L'andamento serpeggiante, sia nel senso altimetrico sia planimetrico, dovrà essere quanto più possibile evitato.

La larghezza degli scavi dovrà essere tale da garantire la migliore esecuzione delle operazioni di posa in opera in rapporto alla profondità, alla natura dei terreni, ai diametri delle tubazioni ed ai tipi di giunti da eseguire.

In corrispondenza delle giunzioni dei tubi e dei pezzi speciali devono praticarsi, entro lo scavo, bocchette o nicchie allo scopo di facilitare l'operazione di montaggio.

L'appaltatore ha l'obbligo di effettuare, prima dell'inizio dei lavori, il controllo ed il coordinamento delle quote altimetriche delle fognature esistenti alle quali la canalizzazione da costruire dovrà eventualmente collegarsi.

Qualora, per qualunque motivo, si rendessero necessarie modifiche alle quote altimetriche di posa delle condotte od ai salti di fondo, prima dell'esecuzione dei relativi lavori, sarà necessaria l'autorizzazione della direzione dei lavori.

In caso di inosservanza a quanto prescritto e per le eventuali variazioni non autorizzate della pendenza di fondo e delle quote altimetriche, l'appaltatore dovrà, a propria cura e spese, apportare tutte quelle modifiche alle opere eseguite che, a giudizio della direzione dei lavori, si rendessero necessarie per garantire la funzionalità delle opere in appalto.

Non sono ammesse contropendenze o livellette in piano: eventuali errori d'esecuzione della livelletta che, a giudizio insindacabile della direzione dei lavori o del collaudatore, siano giudicati accettabili in quanto non pregiudicano la funzionalità delle opere, non daranno luogo all'applicazione di oneri a carico dell'appaltatore.

Qualora invece detti errori di livelletta, a giudizio insindacabile della direzione dei lavori o del collaudatore, dovessero pregiudicare la funzionalità delle opere, si applicheranno le penali previste dal presente capitolato. Le radici degli alberi in corrispondenza della trincea nella zona interessata all'attraversamento della condotta devono essere accuratamente eliminate.

Interferenze con edifici

Quando gli scavi si sviluppino lungo strade affiancate da edifici esistenti, si dovrà operare in modo da non ridurre la capacità portante dell'impronta delle fondazioni. Gli scavi devono essere preceduti da attento esame delle loro fondazioni, integrato da sondaggi, tesi ad accertarne natura, consistenza e profondità, quando si possa presumere che lo scavo della trincea risulti pericoloso per la stabilità dei fabbricati.

Verificandosi tale situazione, l'appaltatore dovrà ulteriormente procedere, a sue cure e spese, ad eseguire i calcoli di verifica della stabilità nelle peggiori condizioni che si possano determinare durante i lavori ed a progettare le eventuali opere di presidio, provvisorie o permanenti, che risulti opportuno realizzare.

Le prestazioni relative all'esecuzione dei sondaggi e alla realizzazione delle opere di presidio alle quali – restando ferma ed esclusiva la responsabilità dell'appaltatore – si sia dato corso secondo modalità consentite dalla direzione dei lavori, faranno carico alla stazione appaltante e verranno remunerate ai prezzi d'elenco. Qualora, lungo le strade sulle quali si devono realizzare le opere, qualche fabbricato presenti lesioni o, in rapporto al suo stato, induca a prevederne la formazione in seguito ai lavori, sarà obbligo dell'appaltatore redigerne lo stato di consistenza in contraddittorio con le proprietà interessate, corredandolo di un'adeguata documentazione fotografica e installando, all'occorrenza, idonee spie.

Attraversamenti di manufatti

Nel caso si debbano attraversare dei manufatti, deve assolutamente evitarsi di murare le tubazioni negli stessi, in quanto ciò potrebbe provocare la rottura dei tubi agli incastri in dipendenza degli inevitabili anche lievi assestamenti delle tubazioni e del manufatto. Bisogna invece provvedere alla creazione di un certo spazio fra muratura e tubo lasciando quest'ultimo per tutto lo spessore del manufatto con cartone ondulato o cemento plastico.

Ad ogni modo è sempre buona norma installare un giunto immediatamente a monte ed uno immediatamente a valle del tratto di tubazione che attraversa la parete del manufatto; eventuali cedimenti saranno così assorbiti dall'elasticità dei giunti più prossimi.

Interferenze con servizi pubblici sotterranei

Prima dell'inizio dei lavori di scavo, sulla scorta dei disegni di progetto e mediante sopralluoghi con gli incaricati degli uffici competenti, si devono determinare con esattezza i punti dove la canalizzazione interferisce con servizi pubblici sotterranei (condutture per acqua e gas, cavi elettrici, telefonici e simili, nonché manufatti in genere).

Nel caso di intersezione, i servizi interessati devono essere messi a giorno ed assicurati solo alla presenza di incaricati degli uffici competenti. In ogni caso, appena venga scoperto un condotto non in precedenza segnalato, appartenente ad un servizio pubblico sotterraneo, o si verifichi un danno allo stesso durante i lavori, l'appaltatore dovrà avvertire immediatamente l'Ufficio competente.

I servizi intersecati devono essere messi a giorno mediante accurato scavo a mano, fino alla quota di posa della condotta.

Rinterri

Eseguita la posa della condotta secondo le modalità di cui all'articolo specifico si dovrà procedere al rinterro della trincea scavata.

Il rinterro potrà avvenire con il materiale in precedenza scavato con esclusione dei blocchi o dei massi con dimensione superiore a 50 cm di diametro medio che dovranno essere portati a discarica oppure con materiale ghiaioso-terroso o anidro proveniente da cave di prestito laddove previsto, come definito dagli elaborati di progetto.

In particolare il rinterro avverrà:

- Con materiale proveniente dagli scavi, se ritenuto idoneo dalla DL, per i tratti su terreni agricoli e/o prati e strade sterrate/sentieri;
- Con materiale ghiaioso-terroso e sopra 20 cm di misto granulare anidro per i tratti sotto strada asfaltata.

In tutti i casi i rinterri dovranno avvenire per strati successivi per spessori non superiori a 50 cm e dovranno essere assolutamente compattati con rullo se la sezione di scavo lo consente oppure con piastra vibrante se la larghezza dello scavo non consente l'utilizzo del rullo.

Le operazioni di costipamento dovranno essere eseguite con cura avendo l'avvertenza di non danneggiare la condotta appena posata.

Rinterri in casi particolari

Dopo un conveniente periodo di assestamento l'impresa provvederà alla sistemazione ed al ripristino delle massicciate e delle sovrastanti pavimentazioni preesistenti.

I rinterri e le massicciate ripristinate devono essere costantemente controllate dall'impresa che, quando ne risultasse la necessità, dovrà procedere a sua cura e spese alla ricarica degli stessi con materiale adatto, e ciò fino al conseguimento del collaudo.

Se gli scavi fossero avvenuti in terreno coltivo, il rinterro dovrà essere effettuato utilizzando, per lo strato superiore e per le successive ricariche, terra di coltura.

L'impresa, anche quando avesse rispettato le norme del presente punto, rimarrà unica responsabile di ogni conseguenza alla viabilità ed alla sicurezza.

La stazione appaltante si riserva la facoltà di provvedere direttamente alla ricarica dei riempimenti nei casi di

inadempienza dell'Impresa agli eventuali ordini di servizio, emessi in merito dalla direzione dei lavori. In tale evenienza tutte le spese saranno addebitate all'Impresa appaltatrice.

Raccomandazioni per la compattazione

Considerato che una eccessiva compattazione o una compattazione con apparecchiature non appropriate possono far deformare il tubo o farlo sollevare dal letto di posa, debbono essere rispettate le seguenti raccomandazioni per ottenere il massimo valore pratico della densità del materiale.

La compattazione può essere eseguita usando un compattatore ad impulsi o altro sistema idoneo. Durante la compattazione del rinterro sarà cura dell'appaltatore e del direttore dei lavori controllare la forma della sezione del tubo. I controlli della deflessione dei tubi si eseguiranno quando siano stati posati e ricoperti i primi tubi. Controlli periodici si effettueranno durante lo svolgimento dei lavori.

Quando è possibile, occorre eseguire sul posto, la misura della densità del materiale compattato della zona primaria, per verificarne l'accordo con le assunzioni progettuali esecutive.

a) Terreni a grana grossolana con 5% di fini

La massima densità si otterrà con la compattazione, la saturazione e la vibrazione; il rinterro sarà posato in strati da 0,15 a 0,30 m. Si dovrà evitare il galleggiamento della tubazione durante la saturazione del terreno. Non è consigliato l'uso del getto d'acqua, in quanto potrebbe comportare il dilavamento del terreno di supporto laterale del tubo.

La posa del rinterro al di sopra del tubo dovrà evitarsi mentre viene saturata la zona di materiale attorno al tubo, in quanto questa condizione caricherebbe il tubo prima che inizi la reazione di assestamento.

b) Terreni a grana grossolana con 5-12% di fini

La compattazione dei terreni che presentano una quantità di fini compresa tra il 5 ed il 12 % si dovrà eseguire mediante costipamento o saturazione e vibrazione.

c) Terreni a grana grossolana con > 12% di fini

I terreni a grana grossolana che presentano una quantità di fini maggiore del 12% si compattano meglio per costipazione meccanica in strati da 0,10 a 0,15 m.

Il direttore dei lavori deve effettuare il controllo di deflessione dopo l'installazione e il ricoprimento dei primi tratti di tubo. L'appaltatore potrà proseguire i lavori soltanto dopo tale controllo.

Il rinfianco con terreni, quali quelli di natura organica, torbosi, melmosi, argillosi, ecc., è vietato perché detti terreni non sono costipabili a causa del loro alto contenuto d'acqua; esso potrà essere consentito dalla direzione dei lavori, in via eccezionale solo se saranno prescritte speciali modalità di posa o maggiori spessori.

11.4 Stoccaggio, movimentazione e posa in opera delle tubazioni

Movimentazione

La movimentazione dei tubi in cantiere sia in fase di carico che di scarico, dovrà essere adeguata alle caratteristiche ed alla lunghezza delle singole barre per evitare eventuali danneggiamenti, sia alla struttura stessa dei tubi che ai rivestimenti.

Si consiglia l'utilizzo di fasce o di funi che non vadano ad incidere le pareti del tubo e che sollevino il tubo in due (escludendo le estremità) o più punti della barra.

Dovrà essere assolutamente evitato:

- l'utilizzo di ganci che afferrino il tubo dall'interno;
- la possibilità di urto col terreno o altro per effetto di caduta;
- il traino delle barre a contatto del terreno o di corpi che ne ostacolano lo scorrimento;
- il sollevamento di forza della barra incastrata.

Nella movimentazione dei tubi e pezzi speciali, si dovrà evitare tassativamente che i tubi siano fatti strisciare per terra o sulle sponde dei mezzi di trasporto sia in fase di carico che in fase di scarico, sollevandoli, invece, ed appoggiandoli accuratamente, utilizzando ganci e/o imbracature opportunamente rivestite di materiale morbido per evitare danneggiamenti alle estremità e/o ai rivestimenti. qualora siano sospesi, di farli urtare contro corpi rigidi.

Non si dovrà lasciare mai cadere i tubi, aprire le ribalte laterali per il carico e lo scarico.

Lo scarico dei tubi dai mezzi di trasporto dovrà essere effettuato con tutte le precauzioni atte ad evitare danni di qualsiasi genere, sia alla struttura stessa dei tubi, che a rivestimenti.

Il rotolamento dei tubi a mano può essere consentito solo qualora i piani di rotolamento siano esenti da asperità ed il movimento sia controllato, per esempio con l'uso di cinghie. Nei tratti in pendenza, i tubi

devono essere guidati con mezzi idonei, per impedire un rotolamento troppo veloce ed irregolare. Si deve impedire l'urto contro i materiali già scaricati. Infine, nel rotolamento si devono tenere a portata di mano dei ceppi bloccanti.

Qualora i tubi provengano imballati, essi devono essere scaricati, se possibile, prima di sciogliere gli imballi. All'apertura di questi, si dovrà evitare che i tubi degli strati più alti rotolino al suolo.

Gli apparecchi utilizzati per le operazioni di carico e scarico (escavatori, gru, ecc.) devono essere equipaggiati con dispositivi di sollevamento ed abbassamento graduale, in modo tale da impedire movimenti bruschi del carico.

L'agganciamento a mezzo gru dovrà essere eseguito utilizzando appositi ganci piatti rivestiti di gomma od a mezzo di opportune braghe di tela gommata di adeguata robustezza o con cinghie di nylon o canapa; in ogni caso sarà vietato l'aggancio a mezzo cappio di funi metalliche.

I dispositivi di presa ed alloggiamento del carico (colli di cigno, catene, cinghie, ecc.) devono essere realizzati ed applicati in modo tale da non compromettere la sicurezza e non danneggiare il materiale trasportato, in particolare alle estremità ed ai rivestimenti protettivi; a tal fine, le imbracature devono essere opportunamente rivestite di materiale morbido. È vietato utilizzare per il sollevamento ganci inseriti forando il vertice dei tubi. Non è ammesso applicare dispositivi di imbracatura ai denti del cucchiaio di escavatori e pale caricatrici.

In ogni caso, qualora si verificano danneggiamenti ai rivestimenti protettivi esterni, i punti danneggiati devono essere trattati con la stessa sostanza protettiva prima di calare il tubo nella fossa.

Nelle operazioni di carico e scarico, si devono osservare le prescrizioni in materia di prevenzione degli infortuni ed in difetto le specifiche tecniche delle ditte costruttrici e delle associazioni di categoria. Gli operatori devono portare protezioni, come elmetto, guanti, scarpe rinforzate, ecc.

Sarà cura del personale addetto accertarsi che nessuno soste nella zona di pericolo.

Trasporto

Il mezzo di trasporto dovrà essere adatto al tipo di tubo trasportato. La superficie di carico dovrà essere libera da residui che possano favorire lo slittamento di tubi e pezzi speciali. A seconda del materiale con cui sono costituiti i tubi, questi possono presentare la superficie liscia e scivolosa, pertanto al fine di prevenire lo scivolamento durante il trasporto assicurare gli stessi con una rete.

I tubi verranno disposti sui mezzi di trasporto in orizzontale, parallelamente od ortogonalmente rispetto all'asse del veicolo, oppure in verticale. Nel trasporto ferroviario, si preferirà la disposizione parallela all'asse del veicolo.

Il carico deve essere assicurato mediante sponde, pezzi di legno, cunei e – in caso di necessità – mediante reggiature addizionali con catene di ancoraggio, cinghie o funi di acciaio. I mezzi per assicurare il carico devono essere applicati in modo tale da evitare sollecitazioni concentrate in punti singoli. Si dovrà fare attenzione che catene, cinghie e funi di acciaio siano ben tesi.

Nel caso di disposizione dei tubi in strati sovrapposti, i tubi dello strato superiore si devono collocare sopra tavole di legno squadrato, oppure nelle selle ricavate tra i tubi dello strato inferiore. Le tavole in legno devono essere disposte il più possibile una accanto all'altra ed assicurate con cunei anche nella parte inferiore. I cunei devono essere applicati alle tavole di legno in modo tale che non si possano muovere.

Prima dell'uso, tavole e cunei devono essere accuratamente ispezionati.

Per evitare il danneggiamento delle estremità, a causa di vibrazione durante il trasporto, sarà opportuno supportare i tubi per tutta la loro lunghezza.

Accatastamento dei tubi in cantiere

L'accatastamento dei tubi in cantiere dovrà essere effettuato disponendo i tubi su un'area piana e stabile, protetta al fine di evitare pericoli di incendio, riparata dai raggi solari nel caso di tubi soggetti a deformazioni o deterioramenti determinati da sensibili variazioni termiche.

La base delle cataste dovrà poggiare su tavole opportunamente distanziate o su predisposto letto di appoggio. L'altezza sarà contenuta entro limiti adeguati ai materiali ed ai diametri, per evitare deformazioni nelle tubazioni di base e per consentire un agevole prelievo.

I tubi accatastati devono essere bloccati con cunei onde evitare improvvisi rotolamenti; provvedimenti di protezione devono, in ogni caso, essere adottati per evitare che le testate dei tubi possano subire danneggiamenti di sorta.

Nel depositare i tubi sul ciglio dello scavo è indispensabile curare che i tubi siano in equilibrio ben stabile e sistemati in modo tale che non possa entrare terra o acqua di scorrimento per precipitazioni atmosferiche.

È consigliabile che la permanenza dei tubi sul ciglio dello scavo sia ridotta al minimo indispensabile.

Per tubi deformabili le estremità saranno rinforzate con crociere provvisoriale.

I tubi muniti di bicchiere devono essere accatastati interponendo appositi distanziatori, in modo che sia evitato il mutuo contatto tra i bicchieri, al fine di evitarne la deformazione. Per evitare che i bicchieri subiscano sollecitazioni, dovrà anche aversi cura che i tubi si appoggino l'uno all'altro lungo intere generatrici, disponendo i bicchieri alternativamente sistemati da una parte e dall'altra della catasta e sporgenti da essa.

Tutti i pezzi speciali devono essere depositati ed accatastati in modo tale da non essere danneggiati.

Deposito dei giunti, delle guarnizioni e degli accessori

I giunti, le guarnizioni, le bullonerie ed i materiali in genere, se deteriorabili, devono essere depositati, fino al momento del loro impiego, in spazi chiusi, entro contenitori protetti dai raggi solari o da sorgenti di calore, dal contatto con olii o grassi e non sottoposti a carichi.

In particolare, le guarnizioni in gomma devono essere conservate entro i sacchi o le scatole in cui sono pervenute in cantiere, in luoghi freschi, secchi e la cui temperatura non superi + 20°C e non scenda sotto - 10°C.

Sfilamento dei tubi

I tubi devono essere sfilati lungo il tracciato seguendo criteri analoghi a quelli indicati per lo scarico ed il trasporto, evitando pertanto qualsiasi manovra di strisciamento.

Nel depositare i tubi sul ciglio dello scavo, è necessario curare che gli stessi siano in equilibrio stabile per tutto il periodo di permanenza costruttiva.

Anche la stabilità della fossa di scavo non dovrà essere messa in pericolo dal materiale depositato; a tal fine, si deve lasciar libera una striscia di almeno 60 cm di larghezza lungo la fossa.

Posa nella trincea

Prima di procedere alla loro posa in opera, i tubi devono essere controllati uno ad uno per scoprire eventuali difetti o danni. Le code, i bicchieri, le guarnizioni devono essere integre.

Prima di essere posto in opera ciascun tubo, giunto e/o pezzo speciale dovrà essere accuratamente controllato per scoprire eventuali rotture dovute a precedenti ed errate manipolazioni (trasporto, scarico, sfilamento), pulito dalle tracce di ruggine o di qualunque altro materiale estraneo.

Quelli che dovessero risultare danneggiati in modo tale da compromettere la qualità o la funzionalità dell'opera devono essere scartati e sostituiti. Nel caso in cui il danneggiamento abbia interessato soltanto l'eventuale rivestimento, si dovrà provvedere al suo ripristino.

Deve essere lubrificata l'estremità maschio per tutta la circonferenza, soprattutto nella zona dell'estremità arrotondata. Il lubrificante dovrà essere compatibile con la qualità della gomma.

I tubi che nell'operazione di posa avessero subito danneggiamenti devono essere riparati così da ripristinarne la completa integrità, ovvero saranno definitivamente scartati e sostituiti.

Nell'operazione di posa dovrà evitarsi che nell'interno delle condotte penetrino detriti o corpi estranei di qualunque natura e che venga comunque danneggiata la loro superficie interna

Qualora, durante le operazioni di accostamento dei tubi, penetrasse della terra o altri materiali estranei tra le superfici frontali o nei giunti, si dovrà provvedere a sfilare l'ultimo tubo per effettuare le necessarie pulizie ed a posarlo nuovamente dopo aver ripristinato la suola.

Eseguito lo scavo fino alla profondità indicata in progetto si procederà all'accurata livellazione del piano di posa della condotta. Tale livellazione verrà eseguita con il materiale previsto per il rivestimento della tubazione, ghiaia, sabbia o calcestruzzo magro (come da tavole di progetto).

Successivamente alla preparazione del letto di posa si provvederà al collocamento in opera della tubazione che dovrà appoggiare sul piano di posa per tutta la generatrice longitudinale, non è ammesso utilizzare per raggiungere la pendenza della condotta e per costituire appoggio alla condotta testa di mattone o altri spessori che possano costituire punti di sostegno isolato delle condotte.

Nelle condotte con innesto a bicchiere dotato di guarnizione a pressione l'estremità del tubo dovrà essere trattata con appositi prodotti tali da favorire lo scorrimento.

Per spingere la tubazione all'interno del bicchiere dovranno usarsi tutte le precauzioni del caso. Dovrà essere inserito tra il tubo ed il mezzo di spinta, generalmente benna dell'escavatore, un idoneo contrasto che distribuisce la pressione su tutta la superficie circonferenziale della condotta. Generalmente si usa una tavola di legno di spessore 8-10 cm. E' vietato spingere sui bordi delle condotte in quanto si potrebbero danneggiare i bordi d'innesto.

Qualora durante la spinta venissero danneggiati i bordi la tubazione andrà sostituita.

Eseguita la posa si procederà al rinfianco e al rivestimento della condotta, fino a 15-20 cm sopra la generatrice longitudinale superiore della tubazione, con il materiale previsto dalle tavole grafiche, ghiaia, sabbia o calcestruzzo. Il rinfianco dovrà essere eseguito apportando, in un primo tempo, il materiale su entrambi i lati della tubazione fino al piano diametrale della stessa e, quindi, spingendo il materiale sotto il tubo con l'aiuto di una pala e costipandolo a mano o con idonei compattatori leggeri meccanici (stando bene attenti a non danneggiare il tubo).

La compattazione dovrà essere effettuata esclusivamente sulle fasce laterali, al di fuori della zona occupata dal tubo fino ad ottenere che la densità relativa del materiale di rinterro raggiunga il 90% del valore ottimo determinante con la prova di Proctor modificata.

Criteri di esecuzione delle giunzioni delle tubazioni

L'appaltatore, verificati allineamento e pendenza dei tubi alle prescrizioni del progetto esecutivo, procederà alla loro giunzione.

Le estremità dei tubi e dei pezzi speciali da giuntare e le eventuali guarnizioni devono essere perfettamente pulite.

Le giunzioni devono essere eseguite secondo la migliore tecnica relativa a ciascun tipo di materiale, con le prescrizioni più avanti riportate e le specifiche di dettaglio indicate dal fornitore.

La giunzione dovrà garantire la continuità idraulica e il comportamento statico previsto in progetto e dovrà essere realizzata in maniera conforme alle norme di esecuzione dipendenti dal tipo di tubo e giunto impiegati nonché dalla pressione di esercizio.

Le tubazioni collegate mediante sistema di giunzione elastico devono essere in grado di garantire una omogenea velocità di scorrimento, la perfetta tenuta idraulica con pressioni esterne ed interne pari ad almeno 0,5 bar oltre a sopportare, con adeguato margine di sicurezza, tutti i carichi esterni (carico stradale, terra, falda, ecc.) e ad essere pienamente conforme alle disposizioni legislative, in particolare al D.M. 12 dicembre 1985.

Le giunzioni non devono dar luogo a perdite d'alcun genere, qualunque possa essere la causa determinante (uso, variazioni termiche, assestamenti, ecc.) e questo sia in prova, che in anticipato esercizio e fino al collaudo.

Ove pertanto si manifestassero delle perdite, l'appaltatore sarà tenuto ad intervenire con immediatezza per le necessarie riparazioni restando a suo carico ogni ripristino o danneggiamento conseguente. A garanzia della perfetta realizzazione dei giunti, devono, di norma, essere predisposti dei controlli sistematici con modalità esecutive specificatamente riferite al tipo di giunto ed al tubo impiegato.

A tal fine, per l'esecuzione delle giunzioni, l'appaltatore dovrà assicurare l'assistenza del fornitore, con riserva, per la direzione dei lavori, di chiedere che l'esecuzione sia direttamente affidata ad operai specializzati indicati dal fornitore stesso.

Nel caso specifico per i tubi in PP SN 16 kN/mq il collegamento fra gli elementi avverrà a mezzo di bicchiere o manicotto di giunzione corredati da apposite guarnizioni elastomeriche di tenuta in EPDM conformi alla norma EN 681-1, da posizionare sulla prima gola di corrugazione (fra le prime due costolature) nella testata di tubo che verrà inserita nel bicchiere o, dove predisposto, sull'apposita sede ricavata nella cresta del primo anello di corrugazione.

Le guarnizioni elastomeriche ad anello fornite a corredo di ciascun bicchiere o manicotto, devono essere idonee a garantire la tenuta delle giunzioni e la costanza nel tempo delle caratteristiche richieste. Le mescolanze di fabbricazione devono, in ogni caso, essere esenti da materiale rigenerato.

Allo scopo, il fornitore deve produrre, per ciascun lotto, la dichiarazione di conformità alla norma UNI EN 681-1.

Le guarnizioni devono portare, in modo indelebile, le marcature richieste dalla norma. Per l'accettazione delle guarnizioni fornite, corredate del suddetto certificato, è effettuato il controllo dell'aspetto generale e della finitura, verificando che presentino omogeneità di materiale, assenza di bolle d'aria, vescichette, forellini e tagli; la superficie si deve presentare liscia e perfettamente stampata, esente da difetti, impurità o particelle di materiale estraneo.

Le giunzioni si effettuano rispettando le seguenti indicazioni, sia per i tubi sia per i pezzi speciali:

- provvedere ad un'accurata pulizia delle parti da congiungere assicurandosi che siano integre; togliere provvisoriamente la guarnizione qualora fosse presente nella sua sede;
- inserire in modo corretto la guarnizione elastomerica di tenuta nella prima gola di corrugazione o nell'apposita sede dove prevista;

- lubrificare la superficie esterna della guarnizione e la superficie interna del bicchiere o manicotto con apposito lubrificante (grasso od olio siliconato, vaselina, ecc.). Evitare l'uso di oli o grassi minerali che danneggerebbero la guarnizione;
- infilare la testata della barra nel bicchiere fino a battuta; la perfetta riuscita di quest'operazione dipende esclusivamente dal preciso allineamento dei tubi e dall'accurata lubrificazione.

Per i tubi in conglomerato cementizio la giunzione avverrà a mezzo di bicchiere e guarnizione di tenuta in gomma.

Rivestimento tubazioni:

ultimato il posizionamento dei diversi tubi nella trincea si procederà al ricoprimento della condotta con sabbia e ghiaia e con il material ed scavo.

I tratti di tubazione danneggiati, per qualsiasi motivo ed accidentalmente, devono essere immediatamente allontanati dal cantiere.

Gli accessori devono essere sostenuti autonomamente da un loro appoggio e non essere posizionati in modo tale da danneggiare il tubo. Inoltre l'appaltatore dovrà eseguire tutti i lavori di posa secondo le raccomandazioni dell'Istituto Italiano Plastici.

Nella posa in opera, dovrà evitarsi che le tubazioni siano sistemate in prossimità di sorgenti di calore.

11.5 Modalità di posa

Le prestazioni statiche delle tubazioni dipendono essenzialmente dagli accorgimenti adottati nella loro posa in opera e più precisamente dovranno essere rispettate le seguenti prescrizioni:

1. Le tubazioni di fognatura in PVC e PEAD saranno calottate con smarino avente spessore non inferiore a 15 cm al di sotto della generatrice inferiore del tubo e non inferiore a 20 cm al di sopra della generatrice superiore
2. le tubazioni di acquedotto e per la posa dei sottoservizi in PE e PEAD devono poggiare su uno strato continuo di materiale sabbioso ghiaioso scevro di sostanze terrose di spessore non inferiore 15 cm e dovranno essere calottate lateralmente e superiormente con il medesimo materiale per uno spessore non inferiore a 20 cm al di sopra della generatrice superiore del tubo
3. la restante parte del riinterro potrà essere effettuata con materiale proveniente dagli scavi adeguatamente costipato e selezionato in modo tale da scartare la frazione a granulometria superiore; tale riinterro dovrà essere effettuato con cura, evitando la formazione di vuoti e la presenza di macerie e/o materiale vegetale o asfalto e dovrà essere costipato a strati
4. affinché vengano rispettate le ipotesi adottate nei calcoli statici di verifica, particolare cura dovrà porsi alla costipazione del riinterro nelle zone adiacenti le pareti laterali.
5. lo scavo deve essere effettuato rispettando la condizione di trincea stretta evitando franamenti delle pareti per non avere modifiche della sezione, accumulando il materiale di risulta ad una distanza tale da evitare il pericolo di cadute di pietre sulla tubazione posata.
6. i ripristini stradali dovranno essere effettuati solo a seguito di autorizzazione da parte della D.L. ad avvenuto assestamento del riempimento e secondo le modalità previste per tali ripristini.

12 OPERE STRADALI

12.1 materiali

12.1.1 Legante

Verrà impiegato cemento di tipo normale (Portland, pozzolanico, d'alto forno).

A titolo indicativo la percentuale di cemento sarà compresa tra il 3% e il 5% in peso sul peso degli inerti asciutti.

12.1.2 Acqua

Dovrà essere esente da impurità dannose, olii, acidi, alcali, materia organica e qualsiasi altra sostanza nociva. La quantità di acqua nella miscela sarà quella corrispondente all'umidità ottima di costipazione con una

variazione compresa entro + - 2% del peso della miscela per consentire il raggiungimento delle resistenze appresso indicate.

L'impresa ha l'obbligo di far eseguire, presso un laboratorio ufficiale riconosciuto, prove sperimentali sui campioni ai fini della designazione della composizione da adottarsi.

La direzione dei lavori, sulla base dei risultati di dette prove ufficialmente documentate, si riserva di dare l'approvazione sul miscuglio prescelto.

Tale approvazione non menomera in alcun caso la responsabilità dell'impresa sul raggiungimento dei requisiti finali della fondazione in opera.

12.1.3 Miscela - Prove di laboratorio e in sito

La percentuale esatta di cemento, come pure la percentuale di acqua, saranno stabilite in relazione alle prove di resistenza appresso indicate.

Resistenza. Verrà eseguita la prova di resistenza a compressione sui provini cilindrici confezionati entro stampi C.B.R. (C.N.R. - U.N.I. 10009) impiegati senza disco spaziatore (altezza 17,78 cm, diametro 15,24 cm, volume 3242 cmc); per il confezionamento dei provini gli stampi verranno muniti di collare di prolunga allo scopo di consentire il regolare costipamento dell'ultimo strato con la consueta eccedenza di circa 1 cm rispetto all'altezza dello stampo vero e proprio. Tale eccedenza dovrà essere eliminata, previa rimozione del collare suddetto e rasatura dello stampo, affinché l'altezza del provino risulti definitivamente di cm 17,78. La miscela di studio verrà preparata partendo da tutte le classi previste per gli inerti, mescolandole tra loro, con il cemento e l'acqua nei quantitativi necessari ad ogni singolo provino; comunque prima di immettere la miscela negli stampi si opererà una vagliatura sul crivello U.N.I. 25 mm (0 setaccio ASTM 3/4) allontanando gli elementi trattenuti (di dimensione superiore a quella citata) con la sola pasta di cemento ad essi aderente. La miscela verrà costipata su 5 strati con il pestello e l'altezza di caduta di cui alla norma AASHO T 180 e 85 colpi per strato, in modo da ottenere una energia di costipamento pari a quella della prova citata (diametro pestello mm 50,8 peso pestello kg 4,54, altezza di caduta cm 45,7).

I provini dovranno essere estratti dallo stampo dopo 24 ore e portati successivamente a stagionatura per altri 6 giorni in ambiente umido.

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

Lo stesso dicasi per le variazioni della percentuale di legante.

I provini confezionati come sopraddetto dovranno avere resistenze a compressione non minori di 2,5 N/mm² e non superiori a 6 N/mm².

Preparazione

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

Posa in opera

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

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

La stesa della miscela non dovrà di norma essere eseguita con temperature ambientali inferiori a 0° C e superiori a 25° C né sotto pioggia battente.

Potrà tuttavia essere consentita la stesa a temperature comprese tra i 25° C e i 30° C. In questo caso, però, sarà necessario proteggere da evaporazione la miscela durante il trasporto dall'impianto di miscelazione al luogo (ad esempio con teloni): sarà inoltre necessario provvedere ad abbondante bagnatura del piano di posa del misto cementato. Infine le operazioni di costipamento e di stesa dello strato di protezione con emulsione bituminosa dovranno essere eseguite immediatamente dopo la stesa della miscela.

Le condizioni ideali di lavoro si hanno con temperature di 15°C - 18°C ed umidità relative del 50% circa; temperature superiori saranno ancora accettabili con umidità relative anch'esse crescenti; comunque è opportuno, anche per temperature inferiori alla media, che l'umidità relativa all'ambiente non scenda al di sotto del 15%, in quanto ciò potrebbe provocare ugualmente una eccessiva evaporazione del getto. Il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce affiancate non dovrà superare di norma 1 - 2 ore per garantire la continuità della struttura.

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

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

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

12.1.4 Protezione superficiale

Subito dopo il completamento delle opere di costipamento o di rifinitura, dovrà essere eseguita la stesa di un velo protettivo di emulsione bituminosa al 55% in ragione di 1 - 2 kg/mq in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui potrà venire sottoposto, e successivo spargimento di sabbia.

Norme di accettazione

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllata a mezzo di un regolo di m 4,50 di lunghezza, disposto secondo due direzioni ortogonali, e tale scostamento non potrà essere che saltuario.

Qualora si riscontri un maggior scostamento dalla sagoma di progetto, non è consentito il ricarico superficiale e l'Impresa dovrà rimuovere a sua totale cura e spesa lo strato per il suo intero spessore.

La densità in sito non dovrà essere inferiore al 95% della densità raggiunta in laboratorio nei provini su cui è misurata la resistenza.

Il prelievo del materiale dovrà essere eseguito durante la stesa ovvero prima dell'indurimento, mediante i normali procedimenti a volumometro, con l'accorgimento di eliminare dal calcolo, sia del peso che del volume, gli elementi di dimensione superiore a 25 mm.

La resistenza a compressione verrà controllata su provini confezionati in maniera del tutto simile a quelli di studio preparati in laboratorio prelevando la miscela durante la stesa e prima del costipamento definitivo, nella quantità necessaria per il confezionamento di 4 provini, previa la vagliatura al crivello da 25 mm.

Misurata la resistenza a compressione a 7 giorni dei 4 provini in questione e scartato il valore più basso, la media degli altri 3 dovrà servire per confronto con la resistenza preventivamente determinata in laboratorio. Questo controllo dovrà essere effettuato ogni 1500 mc. di materiale costipato.

La resistenza dei provini preparati con la miscela stesa dovrà scostarsi da quella preventivamente determinata in laboratorio di oltre $\pm 20\%$, e comunque non dovrà mai essere inferiore a $2,5 \text{ N/mm}^2$.

12.2 Fondazioni stradali stabilizzate

A) Descrizione

La fondazione sarà costituita da materiali stabilizzanti con concorso di legante naturale (terreno passante al setaccio ASTM n. 40 con maglie di apertura di 0,42 mm.).

Lo spessore da assegnare alla fondazione sarà quello prescritto dalla Direzione Lavori; la stesa avverrà in strati di spessore non superiore a 15 cm. e non inferiore a 10 cm.

La granulometria dopo le correzioni e le miscele dovrà essere contenuta nel fuso che sarà prescritto dalla Direzione Lavori.

B) Modalità esecutive

Il misto granulare stabilizzato deve essere miscelato in cava o nei piazzali di approvvigionamento dell'Impresa e non sui luoghi di impiego, ossia sulla sede stradale e dovrà presentarsi, dopo costipato, uniformemente miscelato in modo da non avere apprezzabile segregazione.

Il grado di aggregazione verrà giudicato prelevando campioni di materiali in posizioni vicine, i quali non dovranno presentare fra loro differenze di contenuto, in trattenuto al setaccio da 2 mm. di apertura, superiore al 5% in peso.

Il materiale prima del costipamento dovrà essere accuratamente umidificato in modo che il contenuto di umidità non differisca dalla umidità ottimale di + 2%.

L'umidificazione potrà essere eseguita in sito o direttamente sui mucchi; è peraltro tassativamente prescritto che dopo l'umidificazione segua una accurata miscelazione in sito.

Il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito con idonei mezzi costipanti approvati dalla Direzione Lavori, in modo da raggiungere una densità in sito del 80% della densità secca massima AASHO Mod. e contemporaneamente un valore del modulo Me, determinato con piastra da ϕ 30 cm, non inferiore a 800 kg/cmq.

Dette prove verranno eseguite a cura e spese dell'Impresa che dovrà pure fornire l'autocarro, necessario per la prova di carico con piastra.

Le operazioni suddette saranno sospese, a giudizio della Direzione Lavori, quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da non garantire la buona riuscita dello strato stabilizzato; si eviterà di lasciare il materiale steso soffice perché le piogge e la neve non lo inzuppino.

Qualsiasi area che sia stata danneggiata per effetto del gelo, della temperatura o di altre condizioni di umidità durante qualsiasi fase della costruzione, dovrà essere completamente scarificata, miscelata e costipata in conformità alle prescrizioni della Direzione Lavori senza che all'Impresa si debba riconoscere alcun particolare compenso.

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm., controllato a mezzo di regolo di 3 m. di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali.

La superficie verrà anche controllata con livellazioni e non verranno ammesse differenze, in più od in meno, maggiori di 1 cm.

Resta convenuto e stabilito l'obbligo dell'Impresa di provvedere a sue cure e spese alla eliminazione delle irregolarità maggiori di quelle consentite.

Lo spessore dovrà essere quello prescritto con una tolleranza in più o in meno del 5%, purchè questa differenza si presenti solo saltuariamente.

Nel caso che cedimenti del piano di posa richiedessero maggiorazioni di spessore per raggiungere le sagome di progetto, tali maggiorazioni non verranno contabilizzate.

Se dalle analisi e dalle prove risultasse che l'Imprenditore non ha costruito lo strato stabilizzato con le caratteristiche richieste, la Direzione Lavori applicherà una riduzione non inferiore al 5% del prezzo unitario in base al quale sarà contabilizzato quel lavoro, o parte di esso, secondo le norme già indicate all'articolo 11/A del presente Capitolato, ammesso che la Direzione Lavori ritenga accettabile il lavoro e non ordini la rimozione ed il rifacimento; detta accettabilità è subordinata in modo particolare alle portanze riscontrabili, mediante prove di carico su piastre, e definite con moduli di deformazione i cui valori in nessun caso debbono essere inferiori oltre al 10% del valore prescritto.

C) Fondazioni stradali in misto – cemento

La fondazione stradale sarà realizzata con i materiali e con i metodi contenuti nelle specifiche norme del C.N.R. e da quanto segue:

a) Descrizione

Gli strati in misto cementato per fondazione o per base sono costituiti da un misto granulare di ghiaia (o pietrisco) e sabbia impastata con cemento e acqua in impianto centralizzato a produzione continua con dosatori a peso o a volume. Gli strati in oggetto avranno lo spessore che sarà prescritto dalla Direzione Lavori.

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

b) Caratteristiche dei materiali da impiegarsi

Materiali inerti. Saranno impiegati frantumati di cava o di fiume (nella misura minima del 50% in peso totale della miscela), ghiaie e sabbie aventi i seguenti requisiti:

1) l'aggregato deve avere dimensioni non superiori a 40 mm, né forma appiattita, allungata o lenticolare;

Interventi di rimodellamento morfologico e messa in sicurezza del versante in comune di Bardonecchia – Sito Melezet

Progetto definitivo

Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici

- 2) granulometria, a titolo orientativo, compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo ed uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti;

SERIE	CRIVELLI E SETACCI U.N.I	Passante totale in peso %
Crivello	40	100
Crivello	25	60-80
Crivello	15	40-60
Crivello	10	35-50
Crivello	5	15-30
Setaccio	0,4	7-15
Setaccio	0,18	0-6

- 3) coefficiente di frantumazione dell'aggregato (secondo C.N.R., fascicolo 4/1953) non superiore a 160;
 4) perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHO T 96, inferiore al 40%;
 5) equivalente in sabbia compreso tra 35 e 55. La Direzione Lavori potrà tuttavia ammettere l'impiego di materiali aventi equivalenti in sabbia maggiori di 55, purché le quantità di cemento da aggiungere non siano tali da provocare fessurazioni per ritiro. L'Impresa, dopo avere eseguito prove in laboratorio, dovrà proporre alla Direzione Lavori la composizione da adottare e successivamente l'osservanza della granulometria dovrà essere assicurata con esami giornalieri.

Verrà ammessa una tolleranza di + - % fino al passante al crivello n. 5 e di + 2 punti % per il passante al setaccio 2 e inferiori.

Legante: verrà impiegato cemento di tipo normale (Portland, pozzolanico, d'alto forno).

A titolo indicativo la percentuale di cemento sarà compresa tra il 3% e il 5% in peso sul peso degli inerti asciutti.

Acqua: dovrà essere esente da impurità dannose, olii, acidi, alcali, materia organica e qualsiasi altra sostanza nociva. La quantità di acqua nella miscela sarà quella corrispondente all'umidità ottima di costipazione con una variazione compresa entro + - 2% del peso della miscela per consentire il raggiungimento delle resistenze appresso indicate.

c) Miscela - Prove di laboratorio e in sito

La percentuale esatta di cemento, come pure la percentuale di acqua, saranno stabilite in relazione alle prove di resistenza appresso indicate.

Resistenza. Verrà eseguita la prova di resistenza a compressione sui provini cilindrici confezionati entro stampi C.B.R. (C.N.R. - U.N.I. 10009) impiegati senza disco spaziatore (altezza 17,78 cm diametro 15,24 cm volume 3242 cmc); per il confezionamento dei provini gli stampi verranno muniti di collare di prolunga allo scopo di consentire il regolare costipamento dell'ultimo strato con la consueta eccedenza di circa 1 cm rispetto all'altezza dello stampo vero e proprio. Tale eccedenza dovrà essere eliminata, previa rimozione del collare suddetto e rasatura dello stampo, affinché l'altezza del provino risulti definitivamente di cm 17,78.

La miscela di studio verrà preparata partendo da tutte le classi previste per gli inerti, mescolandole tra loro, con il cemento e l'acqua nei quantitativi necessari ad ogni singolo provino. comunque prima di immettere la miscela negli stampi si opererà una vagliatura sul crivello U.N.I. 25 mm (0 setaccio ASTM 3/4) allontanando gli elementi trattenuti (di dimensione superiore a quella citata) con la sola pasta di cemento ad essi aderente. La miscela verrà costipata su 5 strati con il pestello e l'altezza di caduta di cui alla norma AASHO T 180 e 85 colpi per strato, in modo da ottenere una energia di costipamento pari a quella della prova citata (diametro pestello mm 50,8 peso pestello Kg 4,54, altezza di caduta cm 45,7).

I provini dovranno essere estratti dallo stampo dopo 24 ore e portati successivamente a stagionatura per altri 6 giorni in ambiente umido.

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

Lo stesso dicasi per le variazioni della percentuale di legante.

I provini confezionati come sopraddetto dovranno avere resistenze a compressione non minori di 2,5 N/mm² e non superiori a 6 N/mm²

d) Preparazione

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

e) Posa in opera

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

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

La stesa della miscela non dovrà di norma essere eseguita con temperature ambienti inferiori a 0° C e superiori a 25°C né sotto pioggia battente.

Potrà tuttavia essere consentita la stesa a temperature comprese tra i 25°C e i 30°C. In questo caso, però, sarà necessario proteggere da evaporazione la miscela durante il trasporto dall'impianto di miscelazione al luogo (ad esempio con teloni): sarà inoltre necessario provvedere ad abbondante bagnatura del piano di posa del misto cementato. Infine le operazioni di costipamento e di stesa dello strato di protezione con emulsione bituminosa dovranno essere eseguite immediatamente dopo la stesa della miscela.

Le condizioni ideali di lavoro si hanno con temperature di 15°C - 18°C ed umidità relative del 50% circa; temperature superiori saranno ancora accettabili con umidità relative anch'esse crescenti; comunque è opportuno, anche per temperature inferiori alla media, che l'umidità relativa all'ambiente non scenda al di sotto del 15%, in quanto ciò potrebbe provocare ugualmente una eccessiva evaporazione del getto.

Il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce affiancate non dovrà superare di norma 1 - 2 ore per garantire la continuità della struttura. Particolari accorgimenti dovranno adottarsi nella formazione dei giunti longitudinali di ripresa, che andranno protetti con fogli di polistirolo espanso (o materiale simile) conservati umidi.

Il giunto di ripresa sarà ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una tavola, e togliendo la tavola stessa al momento della ripresa del getto; se non si fa uso della tavola, sarà necessario, prima della ripresa del getto, provvedere a tagliare parte del getto precedente, in modo che si ottenga una parete verticale per tutto lo spessore dello strato. Non saranno eseguiti altri giunti all'infuori di quelli di ripresa. Il transito di cantiere sarà ammesso sullo strato a partire dal terzo giorno dopo quello in cui è stata effettuata la stesa e limitatamente ai mezzi gommati. Strati eventualmente compromessi dalle condizioni meteorologiche o da altre cause, dovranno essere rimossi e sostituiti a totale cura e spese dell'Impresa.

f) Protezione superficiale

Subito dopo il completamento delle opere di costipamento o di rifinitura, dovrà essere eseguito lo stendimento di un velo protettivo di emulsione bituminosa al 55% in ragione di 1 - 2 Kg/mq in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui potrà venire sottoposto, e successivo spargimento di sabbia.

g) Norme di accettazione

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllata a mezzo di un regolo di m 4,50 di lunghezza, disposto secondo due direzioni ortogonali, e tale scostamento non potrà essere che saltuario. Qualora si riscontri un maggior scostamento dalla sagoma di progetto, non è consentito il ricarico superficiale e l'Impresa dovrà rimuovere a sua totale cura e spesa lo strato per il suo intero spessore.

La densità in sito non dovrà essere inferiore al 95% della densità raggiunta in laboratorio nei provini su cui è misurata la resistenza. Il prelievo del materiale dovrà essere eseguito durante la stesa ovvero prima dell'indurimento, mediante i normali procedimenti a volumometro, con l'accorgimento di eliminare dal calcolo, sia del peso che del volume, gli elementi di dimensione superiore a 25 mm.

La resistenza a compressione verrà controllata su provini confezionati in maniera del tutto simile a quelli di studio preparati in laboratorio prelevando la miscela durante la stesa e prima del costipamento definitivo, nella quantità necessaria per il confezionamento di 4 provini, previa la vagliatura al crivello da 25 mm. Misurata la resistenza a compressione a 7 giorni dei 4 provini in questione e scartato il valore più basso, la media degli altri 3 dovrà servire per confronto con la resistenza preventivamente determinata in laboratorio. Questo controllo dovrà essere effettuato ogni 1500 mc. di materiale costipato.

La resistenza dei provini preparati con la miscela stesa dovrà scostarsi da quella preventivamente determinata in laboratorio di oltre + - 20%, e comunque non dovrà mai essere inferiore a 2,5 N/mm².

Lo strato di base verrà realizzato, salvo diverso ordine della Direzione dei Lavori, con materiale misto granulare bitumato (tout-venant bitumato), costituito da pietrisco, pietrischetto e sabbia, di natura silicea o serpentinoso, non gelivo, esente da materie organiche ed altre impurità, dovrà soddisfare alla seguente granulometria (T.C.I. 16.4.1962).

Passante al crivello 40 mm UNI e trattenuto al 25 mm.	% in peso 15	35%
Passante al crivello 25 mm UNI e trattenuto al 10 mm.	% in peso 30	45%
Passante al crivello 10 mm UNI e trattenuto al setaccio 2 mm	% in peso 12	25%
Passante al setaccio 2 mm UNI e trattenuto al 0,075 mm	% in peso 20	30%
Passante al setaccio 0,075 mm UNI e trattenuto al	% in peso	6%

All'inerte suddetto verrà aggiunto bitume pari al 4,5% in peso dell'inerte.

12.3 binder

Requisiti generali + Requisiti empirici				
Contenuto di vuoti				
- massimo		V_{max}		NPD
- minimo		V_{min}		NPD
Minimo di vuoti riempiti da bitume		VFB_{min}		NPD
Massimo di vuoti riempiti da bitume		VFB_{max}		NPD
Vuoti nell'aggregato minerale		VMA_{min}		NPD
Contenuto di vuoti dopo 10 rotazioni		$V10G_{min}$		NPD
Sensibilità all'acqua		ITSR		NPD
Resistenza all'abrasione da pneumatici chiodati		Abr		NPD
Resistenza al fuoco		Euroclass		NPD
Temperatura della miscela		da 140°C a 180°C		
Granulometria				
(passante)	setaccio			
	20	mm		100%
	setaccio	16	mm	94%
	setaccio	12,5	mm	86%
	setaccio	6,3	mm	70%
	setaccio	2	mm	28%
	setaccio	0,500	mm	13%
	setaccio	0,125	mm	8%
	setaccio	0,063	mm	5,2%
Contenuto di legante		B_{min}	4,2	(4,2%)
Valori Marshall				
		S_{min}		NPD
		P_{max}		NPD
		F_4		NPD
Resistenza alla deformazione permanente				
Dispositivo largo: profondità di rottura		P_5		NPD
Dispositivo piccolo: omalamento		$WTS_{AIR10,0}$		NPD
Dispositivo piccolo: profondità di rottura		$PRD_{AIR5,0}$		NPD

12.4 Tappeti sottili in conglomerato bituminoso (strato di usura)

Il materiale da impiegarsi per le pavimentazioni bituminose, costituito da pietrischetto e sabbia di natura silicea o serpentinoso, non geliva, esente da materie organiche od altre impurità, con l'aggiunta di additivo minerale (filler) costituito da cemento o polvere di roccia eminentemente calcarea, dovrà soddisfare alla seguente granulometria:

a) passante al crivello di 25 mm. e trattenuto al crivello di 15 mm.	15 - 25%
b) passante al crivello di 15 mm. e trattenuto al crivello di 5 mm.	10 - 35%
c) passante al crivello di 5 mm. e trattenuto al setaccio di 2 mm.	15 - 30%
d) passante al setaccio di 2 mm. e trattenuto al setaccio di 0,4 mm.	5 - 9%
e) passante al setaccio di 0,4 mm. e trattenuto al setaccio di 0,18 mm.	9 - 15%
f) passante al setaccio di 0,18 mm. e trattenuto al setaccio di 0,075 mm.	6 - 11%
g) passante al setaccio di 0,075	8%

All'inerte suddetto verrà aggiunto bitume pari al 6% in peso dell'inerte.

La posa dello strato di usura deve essere preceduta dallo spandimento, per l'ancoraggio al conglomerato bituminoso sottostante, di kg. 1,5 di emulsione bituminosa al 50% per mq. di pavimentazione.

Lo strato di usura verrà disteso per un'altezza di "soffice" pari a 5 cm. si da ridursi, dopo compattamento con mezzi adeguati, ad un'altezza "finita" di cm. 3. La percentuale dei vuoti non riempiti di bitume dovrà risultare, ad opera finita, inferiore al 5%.

Ad opera ultimata la superficie ripristinata dovrà presentarsi da ogni punto regolare e corrispondere alla sagoma del manto preesistente non dovendosi osservare ondulazioni od irregolarità superiori ai 10 mm. I bitumi impiegati dovranno corrispondere alle norme CNR (ed. 1951), in particolare dovranno presentare le caratteristiche seguenti:

- a) Penetrazione a 25° (in mm/10) 80 - 100
- b) Punto di rammollimento (palla ed anello) 44° - 49°C.

L'emulsione di bitume per l'ancoraggio dello strato di usura al conglomerato bituminoso esistente dovrà essere a rapida rottura del tipo ER 50 (Norme CNR 1958).

L'uso dei bitumi aventi caratteristiche diverse potrà essere consentito dalla Direzione dei Lavori quando ciò risulti necessario delle particolari condizioni climatiche.

La Direzione Lavori, infine, a suo insindacabile giudizio, potrà procedere, in contraddittorio con l'Impresa, al prelievo dei campioni sia dei materiali impiegati per il ripristino che dell'opera compiuta, campioni che saranno inviati, a cura e spese dell'Impresa aggiudicataria, ad un Laboratorio indicato dalla Direzione dei Lavori per le prove richieste dalla medesima.

Si procederà poi alla sigillatura della giunzione (nei casi di attraversamento, dove il ripristino interessa solo una striscia) mediante colata di bitume liquido.

12.5 Scarifica a freddo del manto bituminoso esistente

La scarifica a freddo verrà realizzata secondo le indicazioni della Direzione Lavori e servirà a raccordare con planarità i piani esistenti con il nuovo tratto di bitumatura eseguita sull'attraversamento del canale. Essa avrà una profondità minima di 3 cm e dovrà essere eseguita con idonea macchina di dimensioni adeguate al tipo e alla dimensione dell'area da scarificare.

Il materiale fresato dovrà essere rimosso e trasportato a carico dell'Impresa nelle località indicate dalla Direzione Lavori. A fresatura avvenuta si provvederà alla pulizia accurata del fondo, alla bagnatura con emulsione bituminosa al 55% in ragione di 0,8 kg/mq di emulsione onde preparare il fondo per la successiva stesa del tappeto di usura di cui al paragrafo precedente.

13 INTERVENTI DI RECUPERO E MITIGAZIONE

13.1 Accantonamento terreno di scotico

Prima di procedere agli scavi di sbancamento ed alla realizzazione del rilevato è necessario asportare i primi 30 cm superficiali di terreno di scotico che dovrà poi essere ridisteso al termine dei lavori sulla superficie esterna del rilevato del vallo. Tale superficie dovrà poi essere inerbata secondo quanto sotto indicato.

13.2 Miglioramento delle caratteristiche di fertilità del substrato

Considerata l'assoluta carenza di sostanza organica ed elementi nutritivi del materiale di smarino che verrà utilizzato per la formazione del vallo, si ritiene indispensabile procedere all'ammendamento dello stesso. L'ipotesi di riportare terra agraria sulla superficie della scarpata non è stata ritenuta valida in quanto avrebbe comportato un dispendio di risorse a fronte di un beneficio minimo (20 cm di terra agraria non avrebbero apportato condizioni migliorative del substrato se non ai fini dell'inerbimento) surrogabile con una buona miscela di idrosemina. Si è quindi optato per la soluzione di seguito illustrata che consente un ammendamento più in profondità del substrato determinando condizioni migliori di attecchimento delle piantine.

Sulla scarpata di valle si prevede di realizzare dei moduli, profondi 1,00 m alti 0,50 m distanziati tra di loro 2,00 m, di terreno costituito da smarino miscelato con 1/3 del volume con compost di qualità con funzione ammendante e fertilizzante per un quantitativo di 0,1 mc/mq di superficie.

In tali moduli si prevede la messa a dimora delle piantine.

13.3 Inerbimento

13.3.1 Inerbimento a mezzo idrosemina

L'idrosemina deve essere effettuata distribuendo miscele eterogenee in veicolo acquoso costituite da semente, nelle dosi indicate in progetto, acidi umici, colloidali naturali, torba, materiale organico triturato, concimi minerali (NPK) e collanti. La miscela da distribuire si asperge per uno strato dello spessore da 0,5 cm a 2 cm che può essere più spesso nelle zone più declivi e ricche di sassi di grossa pezzatura. In questo caso il materiale viene riportato con più procedimenti di aspersione, per cui ogni successivo strato può essere spruzzato solo dopo che il precedente ha fatto presa.

I periodi di semina è quello primaverile-estivo e estivo-autunnale: il primo è più favorevole alle leguminose, il secondo alle graminacee. Dovrà in ogni caso essere stabilito in funzione dell'andamento stagionale e concordato con la Direzione Lavori. La dose di semina è pari ad almeno 30 g/mq. La manutenzione è analoga a quella prevista per l'inerbimento a spaglio. L'idrosemina è indicata per l'inerbimento di superfici di dimensione considerevole e in declivio.

Specie erbacea	% in peso
<i>Festuca rubra</i>	25
<i>Poa pratensis</i>	8
<i>Lolium perenne</i>	5
<i>Phleum pratense</i>	15
<i>Agrostis tenuis</i>	10
<i>Trifolium hybridum</i>	20
<i>Trifolium repens</i>	15
<i>Anthyllis vulneraria</i>	1
<i>Achillea millefolium</i>	1

Nel caso fosse reperito in loco seme in fienili locali è consigliabile utilizzare tale materiale vegetale che consente un ottimale inserimento ambientale ed è il risultato di un adattamento genetico delle specie erbacee presenti alle specifiche condizioni ambientali del sito.

Le graminacee garantiscono un buon attecchimento ed un efficace consolidamento degli strati superficiali del suolo, mentre le leguminose assicurano una buona nutrizione azotata al cotico.

La dose di seme da impiegare è pari a 30 g/mq, suscettibili a variazioni a seconda della tecnica e dell'epoca di semina. Il rapporto tra il volume dell'acqua e la superficie è pari a 2/1.

Il periodo di semina più indicato è a fine stagione vegetativa. L'idrosemina deve essere effettuata distribuendo miscele eterogenee in veicolo acquoso costituite da semente, acidi umici, colloidali naturali, torba, materiale organico triturato, concimi minerali (NPK) e collanti:

Composto	Quantità
Concime organico	150 g/mq
Concime minerale NPK 15:15:15	50 g/mq
Collante naturale argillo-umico	150 g/mq
Fibra di cellulosa	30 g/mq
Semente	30 g/mq

La miscela da distribuire si asperge per uno strato dello spessore di circa 2 cm che può essere più spesso nelle zone più declivi e ricche di sassi di grossa pezzatura. In questo caso il materiale viene riportato con più procedimenti di asperione, per cui ogni successivo strato può essere spruzzato solo dopo che il precedente ha fatto presa. L'operazione sarà ripetuta fino ad ottenere una copertura totale del terreno da parte dello strato erbaceo.

La semina andrà ripetuta con le stesse caratteristiche anche a fine lavori (ultimati tutti i lotti esecutivi).

13.3.2 Inerbimento a spaglio

Si dovrà provvedere alla regolarizzazione del piano di semina mediante livellamento, sminuzzamento del terreno e concimazione NPK (6-18-18) di base con fertilizzanti organo-minerali a lenta cessione (la dose verrà stabilita in funzione del titolo del fertilizzante commerciale impiegato). Lo spandimento della semente avverrà a spaglio. Dopo la semina è opportuno procedere alla compattazione del terreno per favorirne l'adesione al seme. In caso di semine tardive o in condizione meteorologiche non ottimali può essere utile distribuire uno strato di paglia sui terreni seminati. I periodi di semina più indicati sono quello primaverile e autunnale. La dose di semina è pari a 25 g/mq. Il miscuglio da utilizzarsi per la semina a spaglio è il seguente:

In linea generale l'inerbimento a mezzo semina a spaglio può essere impiegato per superfici di modeste dimensioni e a giacitura pianeggiante.

13.4 Rimboschimento con *Pinus Sylvestris*

L'intera superficie della scarpata di valle verrà rimboschita con *Pinus sylvestris* con densità di 2500 piante/ha. Andranno messe a dimora negli strati ammendati secondo quanto indicato negli elaborati grafici.

Si utilizzeranno piantine forestali in contenitore.

13.4.1 Caratteristiche del materiale vegetale

Gli alberi dovranno presentare portamento e dimensioni rispondenti alle caratteristiche richieste dal progetto e tipici delle specie, della varietà e della età al momento della loro messa a dimora. In particolare il fusto e le branche principali dovranno essere esenti da deformazioni, capitozzature, ferite di qualsiasi origine e tipo, grosse cicatrici o segni conseguenti ad urti, grandine, scortecciamenti, legature, ustioni da sole, cause meccaniche in genere.

La chioma, salvo quanto diversamente richiesto, dovrà essere ben ramificata, uniforme ed equilibrata per simmetria e distribuzione delle branche principali e secondarie all'interno della stessa. L'apparato radicale dovrà presentarsi ben accestito, ricco di piccole ramificazioni e di radici capillari fresche e sane e privo di tagli.

Le piantine di conifere (pino silvestre) dovranno essere fornite in contenitore o in fitocella di dimensioni minime pari a cm^3 400 ed avere un'altezza inferiore a 40 cm e superiore a 25 cm e corrispondente pertanto a 2 (2+0), (1+1) o 3 (2+1) anni di età (da seme e reimpianto).

Le piantine di salice dovranno essere fornite in contenitore o in fitocella di dimensioni minime pari a cm^3 400 ed avere un'altezza inferiore a 40 cm e corrispondente pertanto a 2 (0+1) anni di età (da seme e reimpianto).

Il materiale vivaistico dovrà provenire da sementi raccolte in popolamenti da seme delle Alpi Occidentali a clima continentale (Alta Valle Susa e Briançonnais), anche l'allevamento dovrà avvenire in vivai di tale ambito territoriale.

Le piantine dovranno essere dotate di passaporto delle piante (EX L. 269/73, come integrato dal D.M. 15 luglio 1998) e di certificato di provenienza.

13.4.2 Messa a dimora di alberi ed arbusti

Si utilizzeranno piantine forestali fornite in contenitore pari a 400 cm^3 almeno.

La messa a dimora avverrà secondo la tecnica dell'impianto avverrà senza lavorazioni del terreno direttamente nella buca di impianto che dovrà essere relizzata all'interno dei moduli di materiale ammendato (vedasi elaborati grafici).

Effettuata la buca di impianto, 0,3x0,30x0,30 cm, si procederà al collocamento a dimora e al riempimento con terra agraria previo spandimento di circa 20 g di concime organo-minerale a lento rilascio. L'impianto dovrà essere eseguito avendo cura di compattare molto bene il terreno attorno alla piantina.

13.5 Filare arboreo

Alla base della scarpata di valle tra le sezz. 28 e 42 è prevista la realizzazione di un filare misto di *Acer pseudoplatanus* e *Fraxinus excelsior* posti a dimora con sesto 3 ml.

Si utilizzeranno piante aventi dimensioni all'impianto 10-12 cm di circonferenza

Si dovrà provvedere al tracciamento ed al picchettamento di tutte le zone interessate dalla messa a dimora delle piante, mediante l'infissione di picchetti in legno (eventualmente di diverso colore a seconda del tipo di piante), avendo cura di rispettare tutte le distanze di interesse tra le singole piante. Ad ogni picchetto dovrà corrispondere l'apertura di una buca di dimensioni pari ad almeno 1,00x1,00x0,70 m. Nella buca si dovranno porre circa kg 10 di letame bovino maturo, kg 0,200 di concime a lenta cessione con titolo indicativo 8-24-24. Le piante arbustive andranno poste a dimora prestando attenzione a non interrare il colletto perché questo rallenterebbe di molto l'accrescimento almeno nei primi anni. Si dovrà porre 1 tutore in legno durevole scortecciato in modo che risulti cm 60 - 80 più basso dei primi rami di impalcatura per piante da alberate o 2 metri fuori terra per piante ramificate.

L'impianto dovrà essere effettuato durante il riposo vegetativo con terreno nong elato

13.6 Garanzia d'attecchimento

L'Impresa si impegna a fornire una garanzia di attecchimento del 95% delle piante del rimboschimento a collaudo e il 100% delle piante del filare arboreo a collaudo

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. L'avvenuto attecchimento deve essere verbalizzato in contraddittorio fra la Direzione Lavori e l'Impresa entro 10 giorni dalla scadenza del periodo sopra definito. L'Impresa è tenuta ad effettuare fino a tre sostituzioni delle piante non attecchite.

14 RIPRISTINO DELLE AREE DI CANTIERE

Le aree di cantiere dovranno essere ripristinate all'uso ante operam e quindi si dovrà procedere alla pulizia dell'area e asportazione del materiale inerte, al riporto e stesa del terreno di scotico precedentemente accantonato rispettando la stratigrafia originaria del suolo, alla semina di un miscuglio di semente di specie erbacee idonee.