



Città metropolitana
di Venezia

**MESSA IN SICUREZZA DEI FOSSATI PERIMETRALI DEL DEPOSITO
DI CENERI DI PIRITE GESTITO DA VENETA RAW MATERIAL SRL
E BONIFICA DEL FOSSATO DI COLLEGAMENTO CON IL CANALE
FINARDA - MIRA (VE)**

PROGETTO ESECUTIVO

PROGETTISTA



Ing. Luca Bettega
Via Castelletto 12 A
36054 Montebello Vicentino (VI)
Tel. 0444 877480
e-mail: info@lucabettega.it

DATA

Maggio 2025

ELABORATO

Capitolato speciale d'appalto - Norme
Tecniche

COMMITTENTE

CITTA' METROPOLITANA DI VENEZIA
Via Forte Marghera, 191 - 30173 Mestre (VE)
Telefono 0412501511 - Fax 041 9651618
PEC: protocollo.cittametropolitana.ve@pecveneto.it

N.

F.2

INDICE

I. Qualità e provenienza dei materiali	5
1. Generalità	5
1.1. Norme di riferimento e marcatura CE	5
1.2. Prescrizioni generali	5
1.3. Controlli e verifiche	5
2. Materiali	6
2.1. Materiali naturali e di cava	6
2.2. Materiali laterizi	7
2.3. Leganti idraulici	7
2.4. Materiali metallici	8
2.5. Leganti, idrocarburi ed affini	9
2.5.1 Leganti bituminosi	9
2.6. Guaine di gomma sintetica	13
2.7. Additivi	13
2.8. Geotessili	13
2.9. Tubazioni, pozzetti e pezzi speciali	14
2.9.1 Generalità	14
2.9.2 Controlli e verifiche	14
2.9.3 Prefabbricati in calcestruzzo	15
2.9.4 Tubi e raccordi in cloruro di polivinile (PVC)	17
2.10. Materiali diversi	18
2.10.1 Elastomeri per anelli di tenuta	18
2.10.2 Geomembrana in PEAD / HDPE	18
II. Modo di esecuzione dei lavori e prescrizioni speciali	25
3. Scavi della trincea di posa e della fondazione dei manufatti	25
3.1. Premessa generale	25
3.2. Scavi di sbancamento e splanteamento	25
3.3. Scavi di fondazione a sezione obbligata	26
3.4. Scavi e reinterri per costruzione di condotte e canali a cielo aperto	27
3.4.1 Generalità	27
3.4.2 Scavi	27
3.4.3 Reinterri	29
3.4.4 Interferenza con edifici	31
3.4.5 Interferenza con sottoservizi interrati	31
3.4.6 Modalità esecutive degli scavi	31
3.4.7 Prescrizioni speciali per interventi in aree a verde o agricole o in prossimità di apparati radicali	32
3.5. Oneri	33
4. Fondazioni delle opere d'arte	33
4.1. Indagini sui terreni	33
4.2. Fondazioni profonde	33
5. Fresatura di pavimentazioni bituminose	35
6. Aggottamenti acqua di falda	35
6.1. Generalità	35
6.2. Oneri	35
7. Blindaggi ed armatura degli scavi	36
7.1. Blindaggio degli scavi	36
7.2. Palancole metalliche	36

8.	Trasporto, stoccaggio e posa in opera delle tubazioni e dei manufatti	36
8.1.	Scarico e sfilamento	36
8.2.	Posa in opera	37
8.2.1	Tubazioni in ghisa	37
8.2.2	Tubazioni in acciaio	38
8.3.	Oneri comuni a tutte le tubazioni	39
8.4.	Prove di tenuta	39
8.4.1	Condotte a gravità	39
8.4.2	Metodo "LD":	39
8.4.3	Metodo "W":	39
8.4.4	Oneri comuni a tutte le condotte	40
9.	Malte	40
10.	Manufatti di ispezione in calcestruzzo	40
10.1.	Prescrizioni generali	40
10.2.	Pozzetti in genere	40
10.2.1	Caratteristiche costruttive	40
10.2.2	Oneri	41
11.	Posa di chiusini in ghisa	41
12.	Conglomerato cementizio semplice o armato	41
12.1.	Norme di riferimento.	41
12.2.	Caratteristiche dei materiali	42
12.2.1	Cementi	42
12.2.2	Aggiunte	43
12.2.3	Aggregati	44
12.2.4	Acqua di impasto	45
12.2.5	Additivi	45
12.2.6	Acciaio	46
12.3.	Caratteristiche del calcestruzzo allo stato fresco e indurito	50
12.3.1	Leganti bituminosi	50
12.4.	Qualifica del conglomerato cementizio	53
12.5.	Messa in opera del calcestruzzo	54
12.5.1	Tolleranze esecutive	55
12.5.2	Casseforme	56
12.5.3	Getti faccia a vista	57
12.6.	Stagionatura	57
12.7.	Controlli in corso d'opera	58
12.8.	Controlli supplementari della resistenza a compressione	59
12.8.1	Carotaggi	59
12.8.2	Zona di prelievo	60
12.9.	Prove di carico	60
12.10.	Prescrizioni per serbatoi in calcestruzzo	60
12.10.1	Prove di carico	61
12.10.2	Prove di tenuta idraulica	61
13.	Opere metalliche	61
13.1.	Opere in ferro	61
13.1.1	Inferriate, cancellate, cancelli, ringhiere, ecc.	62
14.	Misto cementato	62
14.1.1	Generalità	62
14.1.2	Materiali e loro qualificazione	63
15.	Conglomerati bituminosi di base, binder, usura	67
15.1.	Descrizione	67
15.1.1	Bitume	67
15.1.2	Inerti	67

Capitolato Speciale d'appalto – Norme Tecniche

15.1.3	Aggregato grosso (frazione di dimensioni maggiori di 2 mm)	67
15.1.4	Aggregato fino (frazione di dimensioni minori di 2 mm)	67
15.2.	Strato di base	67
15.3.	Strato di collegamento (binder)	68
15.4.	Strato di usura	68
15.5.	Additivi	68
15.6.	Miscele	68
15.7.	Composizioni granulometriche indicative (fusi da usare come limiti nelle curve di progetto).	68
15.7.1	Strato di base	68
15.7.2	Binder	69
15.7.3	Strato di usura	69
15.8.	Requisiti di accettazione	70
15.8.1	Prescrizione generale	70
15.8.2	Strato di base	70
15.8.3	Strato di collegamento	70
15.8.4	Strato di usura	70
15.8.5	Elevata resistenza meccanica e rugosità superficiale. Il valore della stabilità.	70
15.9.	Formazione e confezione delle miscele	71
15.10.	Posa in opera	71
15.11.	Controlli sulla qualità e collaudi	72
III.	Prove dei materiali	73
IV.	Programma di esecuzione dei lavori	73
V.	Rilievi, tracciamenti e responsabilità	74
VI.	Norme per le misurazioni	74

I. QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI

1. Generalità

1.1. Norme di riferimento e marcatura CE

I materiali utilizzati nei lavori appaltati dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento (UE) n.305/2011 sui Prodotti da Costruzione (CPR). Qualora i materiali, di cui è previsto l'impiego, siano compresi tra i prodotti coperti dalla citata direttiva, ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice **za** delle singole norme armonizzate di prodotto o alla valutazione tecnica europea (*ETA=European Technical Assessment*), conformemente al sistema di attestazione previsto dalla normativa vigente.

Qualora richiesto dal Direttore dei lavori, l'Appaltatore dovrà produrre, unitamente alla marcatura CE, la Dichiarazione di Prestazione (DoP) prevista all'art. 11 del CPR n. 305/2011.

1.2. Prescrizioni generali

I materiali e le forniture da impiegare nelle opere da eseguire dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio, possedere le caratteristiche stabilite dalle leggi e dai regolamenti vigenti in materia ed inoltre corrispondere alle specifiche norme del presente Capitolato e degli altri atti contrattuali; si richiamano, espressamente, le prescrizioni degli artt. 15, 16 e 17 del D. Min. LL. PP. n.145/2000 "Regolamento recante il Capitolato Generale d'appalto dei lavori pubblici".

Salvo diversa indicazione, i materiali e le forniture proverranno da ditte e località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della Direzione lavori, ne sia riconosciuta l'idoneità e la rispondenza ai requisiti prescritti.

L'Appaltatore è contrattualmente obbligato ad eseguire o a far eseguire, presso gli stabilimenti di produzione e presso gli Istituti ufficialmente riconosciuti, tutte le prove prescritte dal presente Capitolato o che saranno richieste dalla Direzione lavori, sui materiali impiegati o da impiegarsi, sui manufatti, sia prefabbricati che formati in opera e sulle forniture in genere. Il prelievo dei campioni, effettuato in contraddittorio con la Direzione dei lavori, sarà eseguito secondo le norme del C.N.R. ed U.N.I. e verbalizzato.

Durante il corso dei lavori i materiali e le forniture dovranno conservare le medesime caratteristiche, riconosciute ed accettate dalla Direzione lavori. Qualora, in corso d'opera, tali requisiti venissero a mancare e si presentasse, quindi, la necessità di modifiche negli approvvigionamenti, l'Appaltatore non potrà pretendere alcuna variazione del prezzo a corpo, fermi restando gli oneri di cui al primo capoverso.

Le provviste non accettate dalla Direzione dei lavori in quanto, ad insindacabile giudizio della stessa, non riconosciute idonee, dovranno essere immediatamente allontanate dal cantiere, a cura e spese dell'Appaltatore e sostituite con altre rispondenti ai requisiti richiesti. L'Appaltatore sarà comunque, totalmente responsabile in rapporto ai materiali forniti, la cui accettazione, in ogni caso, non pregiudicherà i diritti che l'Amministrazione si riserva in sede di collaudo finale.

In particolare per quanto riguarda le apparecchiature elettromeccaniche, per patto esplicito resta inteso che, prima di procedere all'ordine delle attrezzature di cui è prevista la fornitura e l'installazione, l'Appaltatore dovrà consegnare all'Amministrazione una dettagliata descrizione tecnica delle stesse, con indicazione del tipo e della marca. In particolare per elettropompe e/o compressori di cui sia eventualmente prevista la fornitura, l'Appaltatore dovrà fornire i diagrammi delle curve caratteristiche di funzionamento, indicando il punto presunto di lavoro.

1.3. Controlli e verifiche

Ogni qualvolta l'Amministrazione appaltante lo riterrà necessario, la qualità dei materiali impiegati e le caratteristiche esecutive dei manufatti saranno controllate mediante verifiche, prove meccaniche, tecnologiche ed idrauliche da effettuare in conformità alla normativa vigente. Le prove non distruttive saranno effettuate su appositi campioni prelevati dai singoli lotti, quelle distruttive su campioni o provini

ricavati da elementi o pezzi forniti in eccedenza rispetto a quelli ordinati. Le prescrizioni relative alle tubazioni quali, caratteristiche geometriche, tolleranze, marcatura, rettilineità, diametro interno ed ovalizzazione, potranno essere controllate su ciascun elemento della fornitura.

Gli elementi che non rispondessero anche ad una sola delle prescrizioni saranno rifiutati. Tali controlli comunque, previo parere favorevole del Direttore dei lavori, potranno essere eseguiti anche per campioni; in tal caso, qualora gli accertamenti portassero al rifiuto del lotto, l'Appaltatore potrà richiedere che il controllo sulle caratteristiche non soddisfatte venga esteso all'intera fornitura.

Qualora tutte le prove e le verifiche effettuate avessero esito positivo, il materiale cui esse si riferiscono si intenderà accettato. Di contro, ove un tubo, un elemento di giunto o di condotta in genere, non soddisfacesse ad una delle prove, la stessa dovrà essere ripetuta su un numero doppio di unità dello stesso lotto. L'esito negativo di una di queste seconde prove, giustificherà il rifiuto del lotto.

In assenza dei rappresentanti della Stazione appaltante o della Direzione lavori, le prove e le verifiche dovranno essere effettuate sotto la responsabilità del Produttore che provvederà ad eseguire i test ed a compilare i certificati richiesti.

2. Materiali

2.1. Materiali naturali e di cava

Acqua

Dovrà essere dolce, limpida, scevra di materie terrose od organiche e non aggressiva. Dovrà avere un pH compreso tra 6 ed 8 ed una torbidità non superiore al 2%. Per gli impasti cementizi non dovrà presentare tracce di sali in percentuali dannose (in particolare solfati e cloruri in concentrazioni superiori allo 0,5%).

Sabbia

Generalità: la sabbia, da impiegare nei calcestruzzi, dovrà essere assolutamente scevra da materie terrose od organiche, preferibilmente di qualità silicea, di grana omogenea, stridente al tatto e dovrà provenire da rocce ad elevata resistenza alla compressione. Qualora necessario, la sabbia dovrà essere lavata con acqua dolce per l'eliminazione delle impurità; alla prova di decantazione in acqua la perdita in peso non dovrà superare il 2%. Per il controllo granulometrico l'Appaltatore dovrà predisporre e mettere a disposizione della Direzione dei Lavori gli stacci UNI 2332.

Sabbia per conglomerati cementizi: dovrà corrispondere ai requisiti prescritti dal D.M. 3 giugno 1968, All. 1 e dal D.M. 26 marzo 1980, All. 1, punto 1.2. La granulometria dovrà essere assortita (tra 1 e 5 mm), adeguata alla destinazione del getto ed alle condizioni di posa in opera.

Ghiaia e pietrisco

Generalità: i materiali in argomento dovranno essere costituiti da elementi omogenei, provenienti da rocce compatte, resistenti, non gessose o marnose, né gelive. Tra le ghiaie saranno escluse quelle contenenti elementi di scarsa resistenza meccanica, sfaldati o sfaldabili e quelle rivestite da incrostazioni. I pietrischi e le graniglie dovranno provenire dalla frantumazione di rocce durissime, preferibilmente silicee, a struttura microcristallina, o da calcari puri durissimi e di alta resistenza alla compressione, all'urto, all'abrasione ed al gelo; dovranno essere a spigolo vivo, scevri di materie terrose, sabbia e comunque materie eterogenee od organiche. Per il controllo granulometrico, l'Appaltatore dovrà approvvisionare e porre a disposizione della Direzione Lavori i setacci UNI 2334.

Ghiaia e pietrischi per conglomerati cementizi: dovranno corrispondere ai requisiti prescritti dal D.M. 26 marzo 1980, All. 1, punto 2. La granulometria degli aggregati sarà, di norma, indicata dalla Direzione Lavori in base alla destinazione dei getti ed alle modalità di posa in opera dei calcestruzzi. In ogni caso, la dimensione massima degli elementi per le strutture armate non dovrà superare il 60% dell'interferro e per le strutture in genere il 25% della minima dimensione strutturale.

Ghiaia e pietrisco per sovrastrutture stradali: dovranno corrispondere, come definizioni e pezzature, ai requisiti stabiliti dalla norma UNI 2710. Gli elementi dovranno presentare uniformità di dimensioni nei vari

sensi, escludendo quelli di forma allungata, piatta o scagliosa; i pietrischi dovranno, inoltre, rispondere alle norme descritte nel precedente paragrafo relativo alla "Sabbia per costruzioni stradali".

La resistenza a compressione dei provini saturi di acqua dovrà risultare non inferiore a 1200 kgf/cm²; il coefficiente Deval, da determinarsi se necessario su materiali di cava ed in ogni caso, su pietrisco di pezzatura 40/60 approvvigionato a piè d'opera, dovrà risultare non inferiore a 12 per i pietrischi di 1° categoria e ad 1 negli altri casi; il coefficiente I.S.S. non potrà, comunque, essere inferiore a 4.

Tout venant di cava, di frantoio o di fiume

Quando, per gli strati di fondazione o di base delle sovrastrutture stradali, fosse disposto l'impiego di materiale di cava, di frantoio o di altro tipo, questo dovrà essere, in ogni caso, non suscettibile all'azione dell'acqua (non solubile, nè plasticizzabile) nonchè, privo di radici e di sostanze organiche.

La granulometria del materiale sarà prescritta dalla Direzione dei Lavori e le caratteristiche dovranno essere le seguenti:

- limite liquido (Atterberg) inferiore a 25;
- indice di plasticità inferiore a 6;
- indice C.B.R. non inferiore a 50 od 80, a seconda che si tratti di materiale destinato agli strati di fondazione o di base.

2.2. Materiali laterizi

Formati da argilla (contenente quantità variabili di sabbia, ossido di ferro e carbonato di calcio) purgata, macerata, impastata, pressata e sottoposta a giusta cottura in apposite fornaci, dovranno rispondere alle "Norme per l'accettazione dei materiali laterizi", emanate con R.D. 16 novembre 1939, n° 2233, integrate dalle norme UNI 5632/65.

I laterizi di qualsiasi tipo, forma e dimensioni, dovranno nella massa essere scevri da sassolini ed altre impurità; avere forma regolare, facce lisce e spigoli sani, presentare alla frattura (non vetrosa)

grana fine, compatta ed uniforme, essere sonori alla percussione; assorbire acqua per immersione ed asciugarsi all'aria con sufficiente rapidità; non sfaldarsi o sfiorire sotto l'influenza degli agenti atmosferici; non screpolarsi al fuoco ed al gelo; avere resistenza adeguata, colore omogeneo e giusto grado di cottura; non contenere sabbia con sali di soda o potassio ed avere, infine, un contenuto di solfati alcalini tali che il tenore di SO₃ sia < 0,05%.

Per la definizione delle categorie, requisiti e prove si farà riferimento alle norme UNI.

2.3. Leganti idraulici

Generalità

I materiali in argomento dovranno avere le caratteristiche ed i requisiti prescritti dalla Legge 26 maggio 1965, n° 595 "Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici"; dal D.M. 31 agosto 1972 "Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizi e delle calci idrauliche", dal D.M. 3 giugno 1968 così come modificato ed integrato dai D.M. 20 novembre 1984 e 13 settembre 1993 "Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi".

Cementi

I cementi indicati dalla Legge 26.05.1965 n. 595, saggiati su malta normale secondo le prescrizioni e le modalità indicate all'art. 10 del D.M. 3 giugno 1968, dovranno avere le caratteristiche ed i limiti minimi di resistenza meccanica riportati nella seguente tabella, con tolleranza del 5%:

tipo di cemento	resistenza (Kgf/cm ²)		tempi di presa	
	a fless.	a compress.	inizio (min)	fine (ore)
a) normale	60	325	>45	<12
- ad alta resistenza	70	425	>45	<12
- ad alta resistenza e rapida presa	80	525	>1	<0,50
b) alluminoso	80	525	>30	<10

c) per sbarramenti di ritenuta	-	225	>45	<12
--------------------------------	---	-----	-----	-----

Modalità di fornitura

la fornitura dei leganti idraulici dovrà avvenire in sacchi sigillati, ovvero in imballaggi speciali a chiusura automatica a valvola, od ancora alla rinfusa. Dovranno comunque essere chiaramente indicati il peso e la qualità del legante, lo stabilimento di produzione, la quantità d'acqua per malta normale e le resistenze minime a trazione e compressione dopo 28 gg. di stagionatura dei provini. L'introduzione in cantiere di ogni partita di cemento sfuso dovrà risultare dal Giornale dei lavori.

Prelievo dei campioni

Per l'accertamento dei requisiti di accettazione dei cementi, degli agglomeranti cementizi e delle calce idrauliche in polvere, il prelievo dei campioni dovrà avvenire in conformità e con le modalità stabilite dall'art. 4 della Legge 26 maggio 1965 n° 595. Le prove saranno eseguite su materiale proveniente da un campione originario di almeno 50 kg di legante prelevato da 10 sacchi per ogni partita di mille sacchi o frazione. Per le forniture di leganti alla rinfusa, la campionatura per le prove sarà effettuata all'atto della consegna, in contraddittorio fra le parti, mediante prelievo di un campione medio in ragione di 10 kg per ogni 50 ton o frazione.

Conservazione

La conservazione dei cementi, degli agglomeranti cementizi e delle calce idrauliche in polvere dovrà essere effettuata in locali asciutti, approntati a cura dell'Appaltatore, su tavolati in legname; più idoneamente lo stoccaggio sarà effettuato in adeguati silos. Materiali ferrosi

Generalità

I materiali ferrosi da impiegare nei lavori dovranno essere esenti da scorie, soffiature, saldature, paglie e da qualsiasi altro difetto, apparente o latente, di fusione, laminazione, profilatura, fucinatura e simili. Essi dovranno, inoltre, soddisfare tutte le condizioni generali previste dal D.M. 28 febbraio 1908, modificato con R.D. 15 luglio 1925.

Per la definizione, classificazione e la designazione dei vari tipi di materiale si farà riferimento alle seguenti norme di unificazione:

- UNI EU 20 - Definizioni e classificazioni dei tipi di acciai
- UNI EU 27 - Designazione convenzionale degli acciai
- UNI 7856 - Ghise grezze. Definizione, classificazione e qualità.

2.4. Materiali metallici

Acciai per cemento armato

Generalità: in conformità al D.M. 9 gennaio 1996 "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" ed alla circolare n° 252 del 15 ottobre 1996 del Ministero dei LL.PP., tutti gli acciai da impiegare nella realizzazione di strutture in cemento armato dovranno essere qualificati all'origine ed a tal fine, sottoposti nello stabilimento di produzione ad una serie sistematica di controlli delle caratteristiche fisiche, meccaniche, tecnologiche e ove previsto, chimiche. Ciascun prodotto qualificato dovrà costantemente essere riconoscibile per quanto concerne le caratteristiche qualitative e riconducibile allo stabilimento di produzione tramite marchiatura indelebile

Acciaio in barre: per le caratteristiche fisiche, meccaniche, tecnologiche e chimiche nonché per le condizioni generali di fornitura, prelievo dei campioni e metodi di prova si farà esclusivo riferimento alle norme e disposizioni di cui al D.M. 14 febbraio 1992 così come modificato ed integrato dal D.M. 9 gennaio 1996 "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" ed alla circolare n° 252 del 15 ottobre 1996 del Ministero dei LL.PP.

Acciaio per reti elettrosaldate: dovrà possedere le caratteristiche fisiche, meccaniche, tecnologiche e chimiche fissate dal D.M. 14 febbraio 1992 così come modificato ed integrato dal D.M. 9 gennaio 1996

"Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" ed alla circolare n° 252 del 15 ottobre 1996 del Ministero dei LL.PP.

Acciaio per strutture metalliche

Anche per quanto riguarda tale materiale si farà esplicito riferimento alle norme e disposizioni di cui ai precedenti Decreti del Ministero dei LL.PP. e successiva circolare.

Lamiere zincate

Fornite in fogli, rotoli od in profilati vari per la lavorazione dopo zincatura, avranno come base acciaio non legato, piatto laminato a freddo. Qualità e tolleranze saranno conformi alle norme UNI 5753-75 con la prescrizione che, salvo diversa specifica, la base sarà costituita da lamiera Fe KP GZ UNI 5753-75. Per gli impieghi strutturali la lamiera dovrà essere, invece, almeno di categoria Fe 34 GZ UNI 5753-75.

La zincatura dovrà essere effettuata a caldo per immersione nello zinco allo stato fuso; questo sarà di prima fusione, almeno del tipo ZN A 98,25 UNI 2013-74. Con riguardo al procedimento di zincatura, questo potrà essere di tipo normale a bagno continuo o discontinuo (più idoneamente indicato quest'ultimo per manufatti lavorati pre-zincatura e per i quali si rimanda alle norme UNI 5744-66) o continuo Sendzimir.

In ogni caso, le lamiere sottili zincate non dovranno presentare zone prive di rivestimento, ossidazione bianca, grossi grumi di zinco, soffiature od altri difetti superficiali. In nessun caso la fornitura potrà prevedere manufatti con grado di zincatura inferiore a Z 275.

Ghisa grigia per getti

Dovrà corrispondere alle prescrizioni di cui alla norma UNI 5007-69 (Ghisa grigia per getti. Qualità, prescrizioni e prove).

La ghisa dovrà essere di seconda fusione, a grana fine, grigia, compatta, esente da bolle, scorie, gocce fredde ed altri difetti. Il materiale dei getti dovrà essere compatto e lavorabile alla lima ed allo scalpello da tutte le parti. I singoli pezzi dovranno riuscire perfetti di fusione, a superficie liscia, dovranno essere accuratamente sbavati e liberati dalla sabbia di formazione.

Salvo diversa prescrizione, i getti dovranno essere di ghisa G 15 UNI 5007-69.

Ghisa a grafite sferoidale per getti

Dovrà rispondere alle prescrizioni di cui alla norma UNI 4544 (Ghisa a grafite sferoidale per getti. Qualità, prescrizioni e prove).

2.5. Leganti, idrocarburi ed affini

2.5.1 Leganti bituminosi

Leganti bituminosi semisolidi

Per leganti bituminosi semisolidi si intendono i bitumi per uso stradale costituiti sia da bitumi di base che da bitumi modificati.

Bitumi di base

I bitumi di base per uso stradale sono quelli di normale produzione con le caratteristiche indicate in tab. 1.A impiegati per il confezionamento di conglomerati bituminosi di cui all'art. 4 punto B.

Le tabelle che seguono si riferiscono nella prima parte al prodotto di base così come viene prelevato nelle cisterne e/o negli stoccaggi, nella seconda parte al prodotto sottoposto all'invecchiamento artificiale; la Stazione appaltante si riserva anche la facoltà di rilevare le caratteristiche elencate nella seconda parte per meglio valutare l'affidabilità di impiego dei leganti.

Caratteristiche		bitume 50/70	bitume 70/100
Prima parte	u.m.	valore	
penetrazione a 25° C	dmm	50-70	50-70

Capitolato Speciale d'appalto – Norme Tecniche

punto di rammollimento	°C	46-54	43-51
indice di penetrazione	°	-1/+1	-1/+1
punto di rottura Fraass, minimo	°C	-8	-10
punto di infiammabilità, valore minimo	°C	230	230
solubilità in solventi organici, valore minimo	%	99	99
viscosità dinamica a 60° C (SPDL 07)	Pa x s	130-200	110-190
viscosità dinamica a 160° C (SPDL 21)	Pa x s	0.16-0,23	0,12-0,18
SECONDA PARTE - valori dopo RTFOT (*)		u.m.	valore
innalzamento del punto di rammollimento, max	°C	9(**)	9(**)
Innalzamento punto di rottura Fraass, max	Pa x s	-8	-10
Viscosità dinamica a 60° C (SPDL 07, RPM 100)	Pa x s	70	70

Tabella 0.1 – Caratteristiche bitume di base

(*)Rolling Thin Film Oven Test

(**)temperatura P.A. dopo RTFOT - temperatura P.A. iniziale

Caratteristiche	unità di misura	valori
contenuto d'acqua	% in peso	30-35
contenuto di legante	% in peso	65-70
contenuto di bitume	% in peso	>65
contenuto di flussante	% in peso	2-3
velocità di rottura		
demulsività	% in peso	40-70
adesione	%	>90
viscosità Engler a 20 °C	°E	>10
carica di particelle		positiva
caratteristiche del bitume estratto		
penetrazione a 25 °C	dmm	<220
punto di rammollimento	°C	>35

Tabella 0.2 – Caratteristiche emulsioni bituminose acide

Bitumi modificati

I bitumi modificati sono bitumi semisolidi contenenti polimeri elastomerici e plastomerici che ne modificano sia la struttura chimica che le caratteristiche fisiche e meccaniche.

Al fine di una differenziazione delle prestazioni conferite alle miscele si suddividono in due categorie distinte:

1. modifica soft: modifica di facile tecnologia e con le caratteristiche riportate nella tabella 3.4, colonna 1
2. modifica hard: modifica di tecnologia complessa e con le caratteristiche riportate nella tabella 3.4 colonna 2.

I bitumi di tipo soft potranno entrambi essere impiegati nelle miscele normali (base, binder, usura) mentre, dovranno essere tassativamente impiegati i bitumi di tipo hard nelle miscele speciali.

Caratteristiche	u.m.	SOFT	HARD
densità a 25° C	g/cmc	1,0-1,04	1,0-1,04
penetrazione a 25° C	dmm	50-70	45-55
punto di rammollimento	°C	55-65	75-85

indice di penetrazione	°	+1/+3	+3/+6
punto di rottura Fraass, minimo	°C	<-12	<-18
duttilità a 25 °C, minimo	cm	>100	>100
ritorno elastico a 25 °C	%	≥800	>95
viscosità dinamica a 80° C (SPDL 07, RPM 10)	Pa x s	>300	
viscosità dinamica a 100° C (SPDL 07, RPM 10)	Pa x s		>70
viscosità dinamica a 160° C (SPDL 21)	Pa x s	0,2-0,5	0,5-0,8
solubilità in solventi organici, minimo	%	99	99,5
contenuto di paraffina, max	%	2,5	2,5
scostamenti dopo prova "tuben test"			
penetrazione a 25° C	(dmm)	<5,0	<5,0
punto di rammollimento	T (°C)	<3	<3
Viscosità dinamica a 60° C (SPDL 07, RPM 100)	Pa x s	70	70
valori dopo RTFOT - Rolling Thin Film Oven Test			
penetrazione residua a 25 °C (*)	%	≥30	≥30
ΔT° (P.A.) (**)	°C	≤8	≤10
viscosità dinamica a 80 °C	Pa x s	≥800	
viscosità dinamica a 100 °C	Pa x s		≥100

Tabella 0.3 – Caratteristiche bitumi modificati

Caratteristiche	unità di misura	valori
densità a 25 °C	g/cmc	1,0–1,04
penetrazione a 25 °C	dmm	20-30
punto di rammollimento	°C	70-85
indice di penetrazione	°	+1/+5
punto di rottura Fraass, minimo	°C	<-16
duttilità a 25 °C, minimo	cm	>100
ritorno elastico a 25 °C	%	≥Δ 90
viscosità dinamica a 100° C (SPDL 07, RPM 10)	Pa x s	>65
viscosità dinamica a 160° C (SPDL 21)	Pa x s	0,5-0,8
solubilità in solventi organici, minimo	%	99,5
contenuto di paraffina, max	%	2,5
scostamenti dopo prova "tuben test"		
penetrazione a 25° C	(dmm)	≤5,0
punto di rammollimento	T (°C)	≤3,0
valori dopo RTFOT - Rolling Thin Film Oven Test		
penetrazione residua a 25 °C (*)	%	≥ 50
ΔT° (P.A.) (**)	°C	≤10
viscosità dinamica a 80 °C	Pa x s	≥ 110

Tabella 0.4 – Caratteristiche bitumi modificati per conglomerati ad alto modulo

Caratteristiche	unità di misura	valori
densità a 25 °C	g/cmc	1,0–1,04

penetrazione a 25 °C	dmm	55-65
punto di rottura Fraass, minimo	°C	<-19
duttilità a 25 °C, minimo	cm	>100
ritorno elastico a 25 °C	%	≥ 95
viscosità dinamica a 100° C (SPDL 07)	Pa x s	>80
viscosità dinamica a 160° C (SPDL 21)	Pa x s	0,6-1,0
solubilità in solventi organici, minimo	%	99,5
contenuto di paraffina, max	%	2,5
scostamenti dopo prova "tuben test"		
penetrazione a 25° C	(dmm)	< 5,0
punto di rammollimento	T (°C)	< 3,0
valori dopo RTFOT - Rolling Thin Film Oven Test		
penetrazione residua a 25 °C (*)	%	> 30
ΔT° (P.A.) (**)	°C	< 10
viscosità dinamica a 100 °C	Pa x s	> 120
punto di rottura Fraass, minimo	°C	-16

Tabella 0.5 – Caratteristiche bitumi modificati per conglomerati tipo "D.D.L."

(*) % = (penetrazione dopo RTFOT / penetrazione iniziale) * 100

(**) temperatura P.A. dopo RTFOT - temperatura P.A. iniziale

Normative di riferimento per la determinazione delle caratteristiche dei leganti bituminosi:

- Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali Norma UNI EN 12591:2002;
- Campionamento di leganti bituminosi Norma UNI EN 58:2005;
- Preparazione dei campioni di prova Norma UNI EN 12594:2002;
- Determinazione della penetrazione con ago Norma UNI EN 1426:2002;
- Determinazione del punto di rammollimento – metodo biglia ed anello Norma UNI EN 1427:2002;
- Determinazione del punto di rottura secondo il metodo Fraass Norma UNI EN 12593:2001;
- Determinazione della viscosità dinamica di un bitume modificato – parte 2 Norma UNI EN 13702-2:2004;
- Metodo dei cilindri coassiali
- Determinazione delle caratteristiche a trazione dei bitumi modificati, Norma UNI EN 13589:2004;
- utilizzando il metodo della trazione tramite duttilometro
- Determinazione della solubilità Norma UNI EN 12592:2002;
- Determinazione del contenuto di paraffina metodo per distillazione Norma UNI EN 12606-1:2002;
- Determinazione della resistenza all'indurimento per effetto del calore e Norma UNI EN 12607-1:2002;
- dell'aria – metodo RTFOT
- Determinazione della stabilità allo stoccaggio di un bitume modificato Norma UNI EN 13399:2004;

Normative di riferimento per la determinazione delle caratteristiche delle emulsioni bituminose:

- Determinazione mediante distillazione del legante recuperato e degli oli Norma UNI EN 1431:2002;
- flussanti nelle emulsioni bituminose
- Determinazione della polarità delle particelle delle emulsioni bituminose Norma UNI EN 1430:2002;
- Determinazione dell'adesività di emulsioni bituminose mediante la prova Norma UNI EN 13614:2005.
- di immersione in acqua - metodo degli aggregati

2.6. Guaine di gomma sintetica

Prodotte per vulcanizzazione di copolimeri butadiene-stirene o isobutilene-isoprene od ancora di polimeri cloroprenici con eventuale aggiunta di additivi peptizzanti, plastificanti, antiossidanti, coloranti ed ignifuganti, dovranno essere resistenti al bitume, alle calce ed ai cementi, ai raggi ultravioletti, all'ozono, agli agenti meteorologici, alle atmosfere aggressive, alle scintille ed al calore irradiato, alla lacerazione, nonché impermeabili, flessibili ed elastiche.

Gli spessori commerciali delle guaine saranno in generale di 0,75 - 1 - 1,5 - 2 mm.

2.7. Additivi

Gli additivi per calcestruzzi e malte, a qualunque tipo appartengano (fluidificanti, aeranti, acceleranti, antigelo, ad azione combinata), dovranno essere conformi alla specifica normativa UNI, da 7102 a 7109, nonché a quanto prescritto al punto 5., all. 1, del D.M. 25 luglio 1985.

Gli additivi dovranno migliorare e potenziare le caratteristiche del calcestruzzo o della malta (lavorabilità, resistenza, impermeabilità, uniformità, adesione, durabilità) e dovranno essere impiegati secondo le precise prescrizioni del produttore che dimostrerà, con prove di Laboratorio Ufficiale, la conformità del prodotto ai requisiti richiesti ed alle disposizioni vigenti.

Gli additivi a base di aggregati metallici ferrosi catalizzati, per malte e calcestruzzi esenti da ritiro od a espansione controllata, dovranno essere esenti da prodotti chimici generatori di gas, nonché da oli, grassi e particelle metalliche non ferrose; l'aggregato metallico base sarà permeabile all'acqua e non conterrà più dello 0,75% di materiale solubile in acqua.

2.8. Geotessili

Per geotessili si intendono i prodotti utilizzati per costituire strati di separazione, contenimento, filtranti, drenaggio in opere di terra (rilevati, scarpate, strade, giardini, ecc.) ed in coperture.

Si distinguono in:

- tessuti: stoffe realizzate intrecciando due serie di fili (realizzando ordito e trama);
- nontessuti: feltri costituiti da fibre o filamenti distribuiti in maniera casuale, legati tra loro con trattamento meccanico (agugliatura) oppure chimico (impregnazione) oppure termico (fusione). Si hanno non tessuti ottenuti da fiocco o da filamento continuo. Sono caratterizzati da:
 - da filamento continuo (o da fiocco);
 - il trattamento legante è meccanico (o chimico o termico);

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette s'intende comprovato quando il prodotto risponde ad una norma UNI di cui al successivo punto e/o è in possesso di attestato di conformità; in loro mancanza valgono i valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla direzione dei lavori.

Geotessili. Norme di riferimento

Quando non è specificato nel progetto esecutivo, i geotessili devono essere rispondenti alle seguenti caratteristiche:

UNI EN 918 - Geotessili e prodotti affini - Prova di punzonamento dinamico (metodo della caduta del cono);

UNI EN ISO 9863-2 - Geotessili e prodotti affini. Determinazione dello spessore a pressioni stabilite. Procedura per la determinazione dello spessore dei singoli strati di prodotti multistrato;

UNI EN ISO 10319 - Geotessili. Prova di trazione a banda larga;

UNI EN ISO 10321 - Geotessili. Prova di trazione a banda larga per giunzioni e cuciture;

UNI ENV 12447 - Geotessili e prodotti affini. Metodo di prova per la determinazione della resistenza all'idrolisi;

UNI ENV 12224 - Geotessili e prodotti affini. Determinazione della resistenza agli agenti atmosferici;

UNI ENV 12225 - Geotessili e prodotti affini. Metodo per la determinazione della resistenza microbiologica mediante prova di interrimento;

UNI ENV 12226 - Geotessili e prodotti affini - Prove generali per valutazioni successive a prove di durabilità;

UNI EN ISO 12236 - Geotessili e prodotti affini. Prova di punzonamento statico (metodo CBR);

UNI ENV ISO 13438 - Geotessili e prodotti affini. Metodo di prova per la determinazione della resistenza all'ossidazione.

Nontessuti. Norme di riferimento

Per quanto non espressamente indicato per i nontessuti si rimanda alle prescrizioni delle seguenti norme:

UNI 8279-1 - Nontessuti. Metodi di prova. Campionamento;

UNI 8279-3 - Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione della permeabilità all'aria;

UNI 8279-4 - Nontessuti. Metodi di prova. Prova di trazione (metodo di Grab);

UNI 8279-5 - Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione dell'assorbimento di liquidi (metodo del cestello);

UNI 8279-6 - Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione dell'assorbimento di liquidi (metodo della rete);

UNI 8279-7 - Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione dell'ascensione capillare;

UNI 8279-11 - Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione della resistenza alla perforazione con il metodo della sfera;

UNI 8279-12 - Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione della variazione dimensionale a caldo;

UNI 8279-13 - Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione del coefficiente di permeabilità radiale all'acqua;

UNI 8279-14 - Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione della resistenza al punzonamento e della deformazione a rottura (metodo della penetrazione);

UNI 8279-16 - Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione del tempo di assorbimento di acqua (metodo della goccia);

UNI EN 29073-1 - Tessili. Metodi di prova per nontessuti. Determinazione della massa areica;

UNI EN 29073-3 - Tessili. Metodi di prova per nontessuti. Determinazione della resistenza a trazione e dell'allungamento;

UNI EN 29092 - Tessili. Nontessuti. Definizione.

2.9. Tubazioni, pozzetti e pezzi speciali

2.9.1 Generalità

Per accertare la buona qualità dei materiali impiegati nella fabbricazione dei tubi di qualunque genere, l'esattezza della lavorazione, il perfetto funzionamento degli apparecchi di manovra e la rispondenza all'uso cui devono servire, l'Amministrazione Appaltante si riserva ampia facoltà di farne sorvegliare la lavorazione in officina, a mezzo di propri incaricati e di sottoporre i materiali ed i relativi manufatti a tutte le prove di verifica e collaudo che riterrà necessarie. A tale scopo l'Appaltatore, ad avvenuta consegna dei lavori, sarà tenuto ad indicare il nome delle Ditte prescelte per la fornitura delle condotte, pezzi speciali ed accessori idraulici nonché, a garantire il libero accesso nelle officine delle stesse Ditte agli incaricati dell'Amministrazione per la verifica dell'osservanza delle condizioni di fornitura. L'Appaltatore sarà altresì tenuto a rispettare, in quanto non in contrasto con le disposizioni del presente Capitolato Speciale d'Appalto, le particolari norme di accettazione e collaudo prescritte dai seguenti Enti di unificazione e normazione vigenti all'atto della fornitura: UNI (tubi in ghisa, acciaio, gres, materiale plastico), DIN 4032 (tubi in cemento) e DIN 4035 (tubi in cemento armato), UNI EN 1916 (tubi in calcestruzzo armato per posa con microtunnelling).

2.9.2 Controlli e verifiche

La qualità dei materiali impiegati (ghisa, acciaio, gres, cemento armato, materie plastiche,) e le caratteristiche esecutive dei manufatti saranno controllate, ogni qualvolta l'Amministrazione Appaltante lo riterrà necessario, mediante verifiche, prove meccaniche, tecnologiche ed idrauliche prescritte per ogni singolo materiale dalle norme ufficiali, dal presente Capitolato Speciale d'Appalto o dalla Direzione lavori. Le prove non distruttive saranno effettuate su appositi campioni prelevati dai singoli lotti, quelle distruttive su campioni o provini ricavati da elementi o pezzi forniti in eccedenza rispetto a quelli ordinati. Le prescrizioni relative alle caratteristiche geometriche, alle tolleranze, alla marcatura, alla verifica della rettilineità, del diametro interno e dell'ovalizzazione, potranno essere controllate su ciascun elemento della

fornitura. Gli elementi che risultassero non soddisfacenti anche ad una sola delle prescrizioni, saranno rifiutati. Tali controlli, comunque, previo benestare della Direzione lavori, potranno essere eseguiti anche per campioni; in tal caso, qualora gli accertamenti portassero al rifiuto del lotto, l'Appaltatore potrà richiedere che il controllo sulle caratteristiche non soddisfatte venga esteso all'intera della fornitura. Quando, tutte le prove e le verifiche eseguite avessero esito positivo, il materiale cui esse si riferiscono si intenderà accettato. Di contro, ove un tubo, un elemento di giunto o di condotta in genere, non soddisfacesse ad una delle prove, la stessa dovrà essere ripetuta su un numero doppio di unità dello stesso lotto. L'esito negativo di una di queste seconde prove, giustificherà il rifiuto del lotto. Qualora l'Amministrazione o per essa la Direzione Lavori rinunciassero a presenziare od a farsi rappresentare all'esecuzione parziale o totale delle prove, l'Appaltatore dovrà consegnare un certificato rilasciato dal fabbricante ed attestante che le prove, alle quali non si è presenziato, sono state effettuate in conformità alle norme ed hanno dato esito positivo.

2.9.3 Prefabbricati in calcestruzzo

I manufatti prefabbricati in calcestruzzo dovranno rispettare i Criteri Ambientali Minimi (CAM) come dettagliato nella: "Relazione tecnica ed elaborati di applicazione dei criteri ambientali minimi (CAM)" allegata al presente Progetto.

Tubi di calcestruzzo a sezione circolare a base piana

Le tubazioni circolari prefabbricate per acque meteoriche dovranno essere in calcestruzzo con classe di resistenza R'ck non inferiore a 300 kg/cm², realizzato di cemento ad alta resistenza ai solfati (o pozzolanico su richiesta) di lunghezza non inferiore a metri 2,00, resinati internamente (spessore minimo 400 micron), ottenuti con sistema a vibro compressione, staticamente idonei a superare un carico di collasso di prove di 130/110/100 volte il diametro nominale se minore di 800 mm, se compreso tra 900/1300 mm, se superiore a 1400 mm. I tubi avranno incastro a bicchiere sagomato e guarnizione di tenuta a rotolamento in gomma sintetica con durezza di $40 \pm 5^\circ$ IRHD conforme alle norme UNI EN 681/1. La posa dovrà essere preceduta dall'applicazione, sul maschio e sulla femmina del giunto a bicchiere, di apposito lubrificante compatibile con la gomma stessa e dalla rimozione della protezione in polistirolo espanso dalla cavità di espansione della gomma. Le tubazioni avranno sezione circolare interna, esse dovranno rispondere alla normativa UNI 8520/2 e UNI 8981 e dovranno essere esenti da fori passanti. Andranno posate su base d'appoggio continua e regolare, delle dimensioni e caratteristiche riportate negli elaborati grafici di progetto e con gli eventuali rinfilanchi come da indicazione delle sezioni "tipo" allegate al progetto; la livelletta di posa dovrà essere controllata con l'ausilio di idonee apparecchiature laser o similari. La giunzione tra le tubazioni dovrà essere realizzata solamente mediante apparecchiature idrauliche o manuali di tiro (TIR-FOR) comandate dall'esterno dello scavo, previo controllo in stabilimento delle tolleranze dimensionali che non dovranno superare quelle stabilite nel Capitolato Speciale d'Appalto all'articolo "guarnizioni in gomma", dove la compressione ottimale è individuata tra il 28 ed il 42% del suo spessore a riposo in modo da assicurare la perfetta tenuta come risultato della geometria di maschio e femmina e della qualità della gomma. L'impresa dovrà fornire, su richiesta della DD.LL., i tabulati di tali controlli eseguiti in cantiere con idonea strumentazione su una percentuale di manufatti non inferiore al 50% dell'intera fornitura. L'impresa è tenuta altresì a fornire, su richiesta della DD.LL. tutti i calcoli di verifica alla stabilità, firmati da un ingegnere iscritto all'albo e ad assumersi con lui ogni responsabilità conseguente. Le tubazioni andranno calcolate in modo da sopportare il riempimento di prima fase ed i carichi stradali propri della strada, in funzione della larghezza dello scavo e delle modalità di rinterro dello stesso; le norme di riferimento saranno le UNI 7517, e le ATV A127.

Le prove che potranno venire richieste per l'accettazione saranno quelle di impermeabilità e di resistenza meccanica. La prima verrà effettuata secondo le modalità descritte nell'art. 6 p.to B "prove di tenuta" del presente Capitolato. La seconda consisterà in una prova di schiacciamento al vertice da effettuare, su elementi aventi lunghezza pari a quella nominale, con carichi opportunamente ripartiti sulla generatrice superiore. Le tubazioni dovranno essere tali da garantire il rispetto della normativa vigente recante norme

per la tutela delle acque dell'inquinamento, compreso ogni altro onere per dare la lavorazione finita a regola d'arte.

Preformati in calcestruzzo a sezione rettangolare

I preformati a sezione rettangolare saranno esenti da fori passanti e realizzati in calcestruzzo vibrocompresso, compattato, levigato, liscio e perfettamente rettilineo, a sezione interna rettangolare o quadrata, di spessore uniforme su tutte le pareti, scevro da screpolature e fessure, conforme alle norme tecniche di cui al D.M. del 12 dicembre 1985 e successive modifiche ed integrazioni, alla normativa contenuta nelle DIN 4263, UNI 8520/2, UNI 8981, DM 12.12.1985, circolare Ministero LL.PP. n° 27291 del 2 marzo 1986 e DM 14.02.1992, Il manufatto dovrà essere confezionato con calcestruzzo di cemento tipo Portland (o ad alta resistenza ai solfati su richiesta) di classe di resistenza R'ck non inferiore a 300 kg/cmq, con inerti perfettamente lavati di granulometria assortita e nel rispetto del fuso granulometrico di Fuller, in conformità a quanto stabilito dalle Norme UNI 9858. Dovrà essere armato con gabbia rigida costituita da rete elettrosaldata e da eventuali ferri sagomati e correttamente posizionati tipo Fe B 44 k, opportunamente calcolata per carichi stradali di 1a Categoria. I singoli elementi dovranno avere estremità con giunto a bicchiere ed anello di tenuta in gomma sintetica (durezza di 40 IRHD) conforme alle Norme DIN 4060 ed EN 681.1, dovranno essere conformi alle prescrizioni contenute nelle Norme DIN 4263, UNI 8520/2 e UNI 8981. Andranno posate su base d'appoggio continua e regolare, delle dimensioni e caratteristiche riportate negli elaborati grafici di progetto e con gli eventuali rinfianchi come da indicazione delle sezioni "tipo" allegate al progetto; la livelletta di posa dovrà essere controllata con l'ausilio di idonee apparecchiature laser o similari. La giunzione tra gli elementi dovrà essere realizzata solamente mediante apparecchiature idrauliche o manuali di tiro (TIR - FOR), previo controllo in stabilimento delle tolleranze dimensionali che non dovranno superare quelle stabilite nelle Normative citate. L'impresa è tenuta altresì a fornire, su richiesta della DD.LL. tutti i calcoli di verifica alla stabilità, firmati da un ingegnere iscritto all'albo e ad assumersi con lui ogni responsabilità conseguente. Le condutture andranno calcolate in modo da sopportare il riempimento di prima fase ed i carichi stradali propri della strada, in funzione della larghezza dello scavo e delle modalità di reinterro dello stesso. Norme di riferimento ATV 127. Le prove che potranno venire richieste per l'accettazione saranno quelle di impermeabilità e di resistenza meccanica.

La prima verrà effettuata, su preformati interi secondo le indicazioni riportate nell'art. 6 p.to B "prove di tenuta" del presente Capitolato. La seconda consisterà in una prova di schiacciamento da effettuare, su elementi aventi lunghezza pari a quella nominale, con carichi opportunamente ripartiti sulla soletta superiore.

Preformati in calcestruzzo a sezione trapezia

La canalatta prefabbricata sarà realizzata in calcestruzzo di cemento portland vibro-compresso a sezione armata trapezia con incastro a bicchiere e anello di giunzione tipo giuntoplasto, resistenza Rck non inferiore a 35 MPa, armato con acciaio B450C. La giunzione tra gli elementi dovrà essere realizzata solamente mediante apparecchiature idonee, decreto legislativo 494/96, previo controllo in stabilimento delle tolleranze dimensionali che non dovranno superare quelle stabilite nel Capitolato Speciale d'Appalto.

I manufatti dovranno essere realizzati da ditte certificate UNI EN ISO 9001:2015 e dovranno essere controllati nelle varie fasi della produzione secondo quanto previsto nelle tabelle dalla I^a alla V^a della guida applicativa I.C.M.Q. per la certificazione del sistema di qualità per le tubazioni prefabbricate in calcestruzzo.

I manufatti dovranno rispondere alla normativa contenuta nelle DIN 4263, UNI 8520/2, UNI 8981, DM 12 dicembre 1985, circolare Ministero LL.PP. n° 27291 del 2 marzo 1986 e D.M. 14 febbraio 1992, esenti da fori passanti, poste in opera su base d'appoggio e eventuali rinfianchi come da progetto compreso l'onere di controllo della livelletta con l'ausilio di idonee apparecchiature laser.

Pozzetti d'ispezione generici

I manufatti da installare per l'ispezione dei collettori, per l'alloggiamento di alcuni accessori idraulici o per qualsiasi altra destinazione, saranno del tipo prefabbricato, a pianta circolare, quadrata o rettangolare, in calcestruzzo vibro-compresso R'ck non inferiore a 30 N/mmq, confezionato con cemento classe 42,5R, tipo pozzolanico ad alta resistenza ai solfati, per garantire l'assoluta impermeabilità del manufatto, armato in relazione alle dimensioni degli stessi e comunque, dimensionati per sopportare le sollecitazioni previste per

le strade di 1^a categoria ed a perfetta tenuta idraulica. Pareti lisce, con specchiature per l'innesto delle tubazioni. L'altezza sarà variabile in funzione delle esigenze di quota. Saranno costituiti da un elemento di base e da prolunghe o elementi di rialzo rettilinei, con i giunti sigillati con malta cementizia dosata a ql 5.00 di cemento tipo 325 per mc di impasto. Le prolunghe dovranno presentare le medesime caratteristiche costruttive già descritte per gli elementi di base. Anche le solette di copertura saranno dimensionate per sopportare le stesse condizioni di carico previste per i manufatti; dovranno essere dotate di foro per l'ispezione di diametro mai inferiore a mm 600 e la quota di estradosso delle stesse, a lavori ultimati, dovrà corrispondere a quanto fissato negli elaborati progettuali; il Direttore dei lavori avrà, comunque, sempre facoltà di ordinare modalità e quote di interrimento diverse. Nel caso di installazione su sedi stradali o, a qualsiasi titolo carrabili, fatte salve eventuali prescrizioni imposte dall'Ente proprietario, l'estradosso delle solette di copertura dovrà risultare, a lavori ultimati, ad una profondità non inferiore a cm 25 e non superiore a cm 40, rispetto alla quota dei piani finiti.

Il pozzetto se adibito per acque miste o nere dovrà prevedere un rivestimento interno dell'elemento di base secondo elenco prezzi in resina epossidica spessore minimo 600 micron o in malta polimerica con spessore non inferiore a 3 mm o in poliestere rinforzato con fibra di vetro incorporato stabilmente nel getto. Invece l'elemento di prolunga dovrà essere rivestito in resina epossidica spessore minimo 600 micron.

2.9.4 Tubi e raccordi in cloruro di polivinile (PVC)

Generalità

Dovranno essere realizzati con sostanze a base di cloruro di polivinile, esenti da plastificanti, opportunamente stabilizzate e conformi alle prescrizioni delle seguenti norme di unificazione:

- UNI EN 1452-2 - Tubi di PVC rigido (non plastificato) per condotte di fluidi in pressione. Tipi, dimensioni e caratteristiche.
- UNI EN 1401-1 - Tubi di PVC rigido (non plastificato) per condotte di scarico interrate. Tipi, dimensioni e caratteristiche.
- UNI EN 1053 - Tubi di PVC rigido (non plastificato). Metodi di prova per la tenuta all'acqua.
- UNI EN 1277 - Tubi di PVC rigido (non plastificato). Metodi di prova per la tenuta dei giunti del tipo con guarnizione ad anello elastomerico.

Tubi di PVC per condotte di scarico interrate

Tubazioni di polivinile (PVC) tipo pesante ad alta resistenza per collettori fognari, tipo UNI EN 1401-1 tipo SN16 SDR34 con giunto a banchiera con anello in gomma "neoprenica" compreso. contrassegnati ogni metro con marchio del produttore, diametro, data di produzione e simbolo IIP.

I tubi ed i raccordi in PVC-U per fognature e scarichi interrati non in pressione dovranno avere i requisiti previsti dalla normativa UNI e CEN vigente:

UNI EN 1401 : 1998 "Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione – Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U)";

UNI 10968 : 2005 "Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione – Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE)";

prEN 13476 "Plastics piping systems for non-pressure underground drainage and sewerage – Structured-wall piping systems of unplasticized polyvinyl chloride (PVC-U), polypropylene (PP) and polyethylene (PE)".

I tubi ed i raccordi dovranno essere certificati da I.I.P. - Istituto Italiano dei Plastici con Marchio di conformità IIP -UNI o PIIP o da altro organismo di certificazione di prodotto equivalente accreditato in conformità alla norma EN 45011.

Quando osservate senza ingrandimento, le superfici interne e esterne dei tubi e dei raccordi dovranno essere lisce, pulite e prive di cavità, bolle, impurezze e qualsiasi altra irregolarità superficiale che possa influire sulla conformità alla norma. Le estremità dei tubi dovranno essere tagliate in modo netto e perpendicolarmente all'asse del tubo; gli orli dei tubi spiralati, che possano essere taglianti una volta tagliati, dovranno essere arrotondati.

Tubi in PVC per condotte di fluidi in pressione

Dovranno corrispondere, per le categorie ed i tipi prescritti, alle caratteristiche di resistenza ed alle condizioni di cui alla classifica riportata nelle normative UNI EN precedentemente citate e delle altre attualmente vigenti.

I diametri esterni, gli spessori e le relative tolleranze, dovranno essere conformi al prospetto III di cui al punto 6 della citata normativa.

La giunzione tra una tubazione e l'altra dovrà essere garantita da un sistema di tenuta costituita da una guarnizione ad anello, preinserita a caldo nel bicchiere in stabilimento, costituita da un elemento di tenuta in elastomero EPDM rispondente alla norma UNI EN 681/1. Come caratteristiche più salienti, le tubazioni dovranno presentare tenuta idraulica dei giunti, assorbimento di acqua non superiore a 0,10 mg/cmq, temperatura di rammollimento (grado Vicat) non inferiore ad 80 gradi centigradi, notevole elasticità e resistenza meccanica, buona resistenza all'acetone ed all'urto.

La designazione dei tubi e la marcatura dovranno comprendere:

- il marchio ed il nome della Ditta produttrice;
- l'indicazione del materiale (PVC);
- l'indicazione del periodo di produzione;
- l'indicazione della categoria e del tipo;
- il diametro esterno;
- l'indicazione della pressione nominale;
- il riferimento alla norma UNI EN 1452;
- la sigla I.I.P. o equivalente, indicante il marchio di conformità con il relativo numero di certificazione.

2.10. Materiali diversi

2.10.1 Elastomeri per anelli di tenuta

Le speciali gomme degli anelli di tenuta potranno essere del tipo naturale o sintetico; dovranno, comunque, possedere particolari caratteristiche di elasticità (rapportate alle caratteristiche geometriche e meccaniche dei tubi), per attestare le quali il fabbricante dovrà presentare apposita certificazione, da cui siano rilevabili i seguenti dati:

- a) il carico e l'allungamento a rottura delle mescole di gomma vulcanizzata, allo stato naturale e dopo invecchiamento artificiale;
- b) il grado di durezza espresso in gradi internazionali IRH (International Rubber Hardness) determinato secondo le modalità previste dalla norma UNI 4046;
- c) l'allungamento residuo percentuale da prova di trazione, effettuata su anello, con le modalità di cui al punto 3.4. UNI 4290;
- d) la deformazione permanente a compressione, eseguita a temperatura ordinaria con le modalità di cui al punto 3.5. UNI 4920;
- e) l'esito delle prove di resistenza al freddo e di assorbimento di acqua, eseguite come ai punti 3.6. e 3.7. UNI 4920.

La Direzione Lavori potrà richiedere, comunque, un'ulteriore documentazione dalla quale risulti il comportamento degli anelli nelle prove di resistenza alla corrosione chimica, all'attacco microbico ed alla penetrazione delle radici. Le mescole di gomma naturale dovranno essere di prima qualità, omogenee e prive di rigeneratori o polveri di gomma vulcanizzata di recupero.

2.10.2 Geomembrana in PEAD / HDPE

La geomembrana in PEAD (polietilene ad alta densità) è un prodotto costituito da un polimero termoplastico, fabbricato in fogli piani (nel seguito denominati anche 'teli') di spessore compreso tra 0,5 e 3.0 mm e caratterizzato da coefficienti di permeabilità molto ridotti.

Oltre a verificare che la geomembrana abbia caratteristiche tecniche conformi a quelle indicate nelle tabelle

Tabella X.6 e X.2 in funzione della tipologia prevista, l'Appaltatore dovrà attenersi alle specifiche di posa previste dal produttore e agli accorgimenti tecnici descritti nel documento presente.

Caratteristiche tecniche del materiale

Le geomembrane omogenee in PEAD da impiegare dovranno essere:

- resistenti agli agenti chimici presenti nel corpo rifiuti;
- resistenti alle sollecitazioni meccaniche;
- inattaccabili da microrganismi, insetti e roditori;
- resistenti alle perforazioni di radici;
- imputrescibili;
- resistenti all'invecchiamento;
- stabili ai raggi UV e agli agenti atmosferici in genere.

Inoltre, le geomembrane dovranno rispondere alle caratteristiche tecniche riportate nelle successive Tabella X.6 e X.2 ed essere conforme ai requisiti della marchiatura CE in relazione alla tipologia di applicazione.

Il Sistema Qualità del Produttore dovrà essere certificato ed operante in conformità alle EN ISO 9001, ISO 14001 ed ISO 18001; copia di tali certificazioni dovranno essere sottoposte alla DL in fase di qualifica dei materiali pena il rigetto del materiale stesso.

Prestazioni caratteristiche geomembrana con entrambe le superfici lisce

Lo spessore della geomembrana sarà pari a 1.0/1.5/2.0/2.5/3.0 mm secondo norma EN 1849-2; tale valore è da intendersi quale valore nominale con una massima tolleranza ammissibile del 10% per spessori superiori ad 1.0 mm mentre per geomembrane di spessori pari o inferiori ad 1 mm è da intendersi quale valore minimo (tolleranze negative non sono ammissibili).

Il telo verrà prodotto in rotoli di altezza non inferiore agli 8 (otto) m su un impianto ad estrusione a testa piana si da poter garantire una qualità produttiva omogenea su tutta la superficie del telo stesso e minimizzare la superfici di saldatura; teli di larghezza inferiore si come teli prodotti su impianti cosiddetti "a bolla" sono ammissibili per specifiche condizioni ma costituiscono un declassamento qualitativo rispetto a quanto previsto da questo CSA e pertanto dovranno essere specificatamente accettate dalla DL.

Il materiale dovrà avere prestazioni in conformità alla norma UNI 11309 per la geomembrana in PEAD liscia; la norma in oggetto definiscono il limite di accettazione di tale tipologia di materiale e pertanto per tutte le caratteristiche non citate nella successiva tabella X.1 si farà riferimento ai limiti fissati nella specifica normativa di riferimento.

Le caratteristiche di seguito riportate dovranno essere indicate sulla scheda tecnica e – per le proprietà coperte dal DoP della marchiatura CE (contrassegnate nella tabella con la dicitura DoP nelle note) – sul certificato DoP stesso; entrambi i documenti dovranno essere sottoposti in fase di qualifica ed approvazione dei materiali ed in caso di discordanza verranno presi come unico riferimento valido i dati riportati nelle DoP (poiché ciò non dovrebbe avvenire ed i dati dovrebbero essere coincidenti sarà a discrezione della DL squalificare quei materiali in cui le DoP e le schede tecniche riportino valori palesemente discordanti)

Caratteristiche	Norma	Unità di misura	Valori di riferimento	NOTE
Contenuto in nero fumo	ISO 11358	%	≥ 2	
Densità	EN ISO 1183-1	g/cm ³	> 0.94	
Indice di fluidità	EN ISO 1133 190°C/5 kg	g/10 min	< 3.0	
Fessurazione da sollecitazione ambientale	ASTM D 5397 EN 14576	h	> 330	v. minimo
Permeabilità ai liquidi	EN 14150	m ³ /(m ² giorno)	< 1.0 x 10 ⁻⁶	DoP; v. minimo
Permeabilità ai gas	ASTM D1434	mol/(m ² giorno)	6.03 x 10 ⁻³	DoP; spessori <1.5 mm
Permeabilità ai gas	ASTM D1434	mol/(m ² giorno)	9.38 x 10 ⁻⁴	DoP; spessori ≥2.0 mm

Capitolato Speciale d'appalto – Norme Tecniche

Resistenza alla lacerazione	ISO 34-1	N/mm	> 130	v. minimo
Sforzo di snervamento	EN ISO 527-3	Mpa o N/mm ²	≥ 16(L) ≥ 16(T)	v. minimo v. minimo
Deformazione a snervamento		%	≥ 9(L) ≥ 9(T)	v. minimo v. minimo
Sforzo di rottura		Mpa o N/mm ²	> 26 > 26	DoP; v. minimo DoP; v. minimo
Deformazione a rottura		%	> 700 > 700	DoP; v. Minimo DoP; v. minimo
Resistenza al punzonamento statico (prova CBR)	EN ISO 12236	kN	≥ 2,7 ;spessore 1.0 mm ≥ 4,0 ;spessore 1.5 mm ≥ 5,0 ;spessore 2.0 mm ≥ 6,0 ;spessore ≥2.5 mm	DoP; v. minimo DoP; v. minimo DoP; v. minimo DoP; v. minimo

Tabella X.6 Caratteristiche della geomembrana in PEAD (entrambe le superfici lisce)

Verifica della qualità del materiale in fabbrica

Componenti vergini

Tutti gli ingredienti del composto che concorrono a formare il materiale del telo verranno campionati all'arrivo in fabbrica per assicurarne la rispondenza alle specifiche.

Materiale in rotoli

I campioni prelevati del materiale in produzione saranno sottoposti a prova per assicurare la rispondenza alle specifiche. Il laboratorio del fabbricante fornirà i certificati di controllo qualità. Copia dei certificati verrà inviata alla Direzione Lavori o al Committente nel caso di Appalto di sola fornitura.

Un'ispezione visiva del telo verrà eseguita per controllare l'assenza di porosità, piccoli fori o altri difetti visibili.

Materiale di saldatura

Tutto il materiale di saldatura sarà del tipo consigliato e fornito dal fabbricante dei teli e verrà recapitato in cantiere entro gli originali contenitori chiusi ognuno con etichetta che riporti la marca, il numero di serie del fabbricante e le modalità di conservazione ed immagazzinamento.

La composizione del materiale estruso sarà compatibile con quella del telo.

Verifica della resistenza a taglio di interfaccia

Poiché i geosintetici costituiscono piani di scorrimento preferenziali, lungo i quali è possibile la formazione di superfici di rottura, occorre verificare che i valori dei parametri di resistenza a taglio di interfaccia siano maggiori o uguali ai valori assunti in progetto nelle verifiche geotecniche.

In tale senso, l'Appaltatore dovrà far eseguire ad un laboratorio specializzato almeno una prova di taglio diretto, con determinazione dei valori dei parametri di resistenza di picco e residui di interfaccia tra geomembrana in HDPE e geocomposito bentonitico.

Le prove dovranno essere eseguite in accordo alla norma EN ISO 12957-1:2005 ("Geosynthetics – Determination of friction Characteristics – Part. 1: Direct shear test") e certificata da un laboratorio ufficiale ai sensi dell'art. 59 del DPR 6.6.2001, n. 380.

I campioni dei materiali con cui effettuare le prove saranno prelevati fra i quantitativi qualificati per l'impiego, direttamente in cantiere o nel sito di approvvigionamento. Le prove dovranno essere effettuate a valori di pressione rappresentativi degli stati tensionali attesi in sito.

I risultati saranno forniti alla D.L., che verificherà la conformità dei risultati ottenuti agli assunti progettuali ai fini dell'accettazione del materiale.

Le prove sono a cura e spese dell'Appaltatore.

Verifica della qualità del materiale approvvigionato in cantiere

Al fine di verificare la rispondenza alle specifiche tecniche riportate in

Tabella X.6, alla presenza della Direzione Lavori verranno prelevati n. 2 campioni delle geomembrane ogni 10.000 m² (con un minimo di n. 2 campioni per forniture inferiori), da sottoporre alle seguenti prove:

- spessore (a 20 kPa) (norma UNI EN 1849-2);
- sforzo a rottura (norma EN ISO 527);
- deformazione a rottura (norma EN ISO 527);
- resistenza al punzonamento statico (norma UNI EN ISO 12236).

In ogni caso, almeno n. 1 campione per ciascun tipo di geomembrana dovrà essere sottoposto all'intero set di prove sopra elencate.

Tutte le prove sono a cura e spese dell'Appaltatore.

Posa in opera del materiale

Referenze del posatore dei teli

L'Appaltatore fornirà dettagli di precedenti esperienze nella posa di teli in PEAD insieme ai nomi ed ai "curricula vitae" del personale che intende proporre per l'installazione.

Tale personale sarà autorizzato dall'Appaltatore alla posa dei teli, usando le attrezzature ed i sistemi di saldatura normalmente utilizzate dal produttore stesso.

Garanzie

Il materiale dovrà soddisfare i requisiti richiesti dalle specifiche tecniche di progetto.

L'Appaltatore garantirà per 10 (dieci) anni che l'opera è priva di gravi difetti ai sensi del C.C., art.1669.

Istruzioni e disegni

L'Appaltatore che si aggiudicherà l'appalto otterrà dal fabbricante e fornirà alla Direzione Lavori per approvazione una specifica completa riguardante lo stoccaggio, la movimentazione, l'installazione e la saldatura dei teli in accordo con quanto indicato in seguito.

L'Appaltatore, prima di fare iniziare la posa, sottoporrà all'approvazione della Direzione Lavori un disegno indicante la sequenza della posa dei vari rotoli e le posizioni previste per il prelievo dei campioni.

A posa ultimata l'Appaltatore fornirà alla Direzione Lavori un nuovo disegno aggiornato in base all'effettiva disposizione dei rotoli ed il numero di matricola di ciascun telo posato nonché le posizioni dei prelievi effettuati con la relativa marchiatura a contrassegno.

Manutenzione della superficie di posa

La geomembrana sarà posata sul materiale che costituisce la superficie di posa. L'Appaltatore è il solo ed unico responsabile della manutenzione della superficie preparata precedentemente per la posa del materiale; in particolare, egli dovrà assicurare che tale superficie si mantenga priva di asperità e sia priva di punti acuminati o spigolosi.

Posizionamento dei teli in opera

Le varie sezioni di telo verranno srotolate in modo da ridurre al minimo gli spostamenti a rotolo svolto.

La saldatura dovrà seguire il più presto possibile. Andranno evitate condizioni di stress o eccessiva trazione o rigonfiamenti prevedendo opportuni franchi per tener conto delle contrazioni. I teli andranno zavorrati appena srotolati per prevenire movimenti e/o sollevamenti.

Non è ammesso il transito sulla geomembrana di mezzi che potrebbero arrecare danni.

Condizioni climatiche

Lo srotolamento dei teli potrà avvenire a temperatura ambiente non inferiore a + 5°C.

La posa della zavorra temporanea in corrispondenza delle giunzioni durante la stesura andrà prevista per evitare il disturbo dovuto al vento nei confronti dell'allineamento dei teli e la contaminazione della zona di giunzione.

L'Appaltatore fornirà dettagli delle misure adottate per ovviare all'effetto della pioggia durante le operazioni di giunzione, per assicurare che l'area del giunto sia mantenuta pulita ed asciutta in ogni momento.

Le operazioni di saldatura dei teli dovranno essere effettuate in condizioni atmosferiche favorevoli.

Nei periodi estivi quando le temperature superano i 30°C, è opportuno applicare il materiale nel periodo più fresco della giornata evitando le ore centrali dove l'insolazione è maggiore.

Giunzioni tra telo e telo

I rotoli verranno stesi con sormonto minimo di 15÷20 cm prima della saldatura. Il posatore eserciterà la massima cura nella preparazione delle aree da saldare. La superficie di contatto delle saldature sarà ripulita con mola abrasiva e preparata secondo le procedure indicate dal fabbricante.

Tutti gli elementi saranno saldati con procedimento ad estrusione e fusione che prevede una compenetrazione costante in pressione del materiale estruso con il materiale del telo, oppure a doppia pista.

Va sottolineato che nel caso di sovrapposizione di teli, le saldature tra i teli superiori ed inferiori dovranno distare di almeno 30 cm per ogni parte.

Saldatura ad estrusione interposta

Questo tipo di saldatura si realizza a mezzo estrusione di un cordone dello stesso polimero tra i lembi da saldare previo riscaldamento degli stessi con aria surriscaldata.

Un piccolo estrusore portatile consente la fusione di un cordone di PE della stessa natura di quello da saldare e lo deposita sotto pressione nella zona di saldatura opportunamente preriscaldata mediante aria ad alta temperatura.

La composizione del materiale estruso sarà identica a quella del telo. Il cordone da saldatura dovrà avere dimensioni minime 40 mm x 1 mm.

L'attrezzatura da saldatura impiegata sarà in grado di controllare in modo continuo le temperature e le pressioni nella zona di contatto cioè dove la macchina sta effettivamente fondendo il materiale del telo, in modo da assicurare che cambiamenti nelle condizioni ambientali non influenzino l'integrità della saldatura.

Non saranno permesse discontinuità o distacchi parziali del bordo del telo superiore rispetto a quello inferiore. Ove tale difetto dovesse verificarsi il materiale verrà smerigliato e saldato nuovamente. Qualsiasi punto del telo che si presenti danneggiato per abrasione, punzonamento o per qualsiasi altra manomissione verrà sostituito o riparato con un altro pezzo di telo.

Per brevi tratti o per raccordi di dettaglio come angoli retti o riparazioni si ricorrerà all'estrusione di un cordone sovrapposto previa approvazione della Direzione Lavori. In questo caso si eseguirà dapprima una saldatura discontinua per termofusione ad aria calda dei due lembi sovrapposti e pressati con apposito rullo. Successivamente il cordone di PE estruso, con le modalità sopra descritte, verrà depositato ed opportunamente pressato sulla faccia superiore dei due teli congiunti.

Con questa tecnica, per facilitare l'adesione del cordone estruso si dovrà smussare a meno di 45° il lembo del foglio superiore che verrà molato sulle due facce e si raddoppierà la larghezza della molatura del foglio inferiore.

Saldatura a doppia pista

I teli da saldare verranno sovrapposti per circa 15÷20 cm con i lembi a contatto. La macchina di saldatura si sposterà automaticamente sulla testata del giunto tramite rulli di pressione che spingeranno un cuneo su cui scorrono i teli da saldare. Il cuneo riscaldato da resistenze termostate raggiungerà la temperatura più idonea per la fusione dei lembi che, in rapporto anche alla pressione esercitata dai rulli (circa 30 kg) ed alla durata del contatto si salderanno fra loro. Poiché i rulli ed il cuneo si muovono secondo le direttrici di una doppia pista parallela, all'interno dei lembi saldati viene a crearsi un canale in cui gli stessi sono solo sovrapposti e che può essere successivamente utilizzato per il controllo della continuità della saldatura.

Tutte le saldature così ottenute verranno collaudate come più avanti descritto, sia con prove distruttive su campioni significativi, sia mediante prove non distruttive eseguite in loco.

Saldatura campione

Una saldatura di prova di lunghezza 1 m verrà eseguita all'inizio di ogni giorno lavorativo da ognuna delle saldatrici operanti in cantiere. La saldatura campione verrà etichettata con la data, la temperatura ambiente ed il numero di matricola della macchina saldatrice.

Provini della saldatura verranno sottoposti a verifica, a trazione ed a "peeling" e nessuna saldatrice potrà iniziare il lavoro sino a che la saldatura campione non sia stata approvata con esito positivo.

Stabilità del telo

Particolare cura dovrà essere posta nell'ancoraggio in corrispondenza delle zone in fase di esercizio dell'impianto in cui i teli saranno soggetti a sollecitazioni.

Verbale di accettazione

La Direzione Lavori ed il Collaudatore devono assistere all'esecuzione dei collaudi meccanici, al rifacimento dei punti difettosi ed alla compilazione delle annotazioni sul diagramma di posa, quindi firmare il verbale di accettazione del manto posato in opera.

Controlli in corso d'opera

Controlli da effettuarsi prima della posa del materiale

La fornitura dei rotoli giunti in cantiere deve essere controllata mediante la verifica del numero di matricola del rotolo e delle relative specifiche tecniche forniti dal Produttore.

Prima della posa, bisogna assicurarsi che il substrato di posa sia privo di materiali potenzialmente dannosi per l'integrità della geomembrana.

Controlli da effettuarsi in corso d'opera

Durante la posa della geomembrana, dovrà essere verificata la rispondenza della disposizione dei rotoli e delle corrispondenti giunture con l'abaco di posa (planimetria riportante in modo univoco la numerazione e la disposizione di tutti i rotoli e giunture previsti).

Prove geoelettriche

L'integrità della geomembrana in PEAD sul fondo successivamente alle operazioni di posa in opera degli strati soprastanti (per esempio lo strato drenante di fondo delle discariche) sarà verificata tramite prova geoelettrica.

La prova dovrà permettere l'accertamento della continuità e dell'integrità della geomembrana negli strati sommitali. A tale scopo dovrà essere approntata una maglia regolare di punti, che ricoprano l'intera superficie impermeabilizzata.

La strumentazione da impiegarsi dovrà essere tale da permettere l'individuazione di eventuali lesioni nella geomembrana con precisione non inferiore alla decina di centimetri.

Il reticolo di acquisizione delle misure avrà maglia quadrata con dimensione non superiore a 4m x 4m e comunque tale da poter rilevare difetti o rotture millimetriche.

I risultati delle misurazioni dovranno essere rappresentati graficamente mediante mappe di linee isovalori del campo potenziale nelle due direzioni principali, ortogonali fra loro.

Prove non distruttive delle saldature in cantiere

Il posatore fornirà e manterrà in cantiere le attrezzature necessarie per il controllo distruttivo di tutte le saldature.

Tutte le saldature (100% delle giunzioni) verranno provate in cantiere utilizzando attrezzature ad ultrasuoni per le saldature ad estrusione o prove di insufflazione di aria compressa, nel canale creato tra i due lembi, per quelle a doppia pista.

In tutti i punti dove non fosse possibile effettuare la verifica con ultrasuoni, le saldature saranno verificate come riterrà opportuno il Direttore Lavori.

Il collaudo delle saldature a doppia pista si esegue insufflando aria compressa nel canale creato tra i due lembi saldati. In particolare, si muniscono i due terminali della linea saldata di bocchettoni a tenuta e si verifica l'effettivo passaggio dell'aria per tutta la lunghezza del canale. Il collaudo vero e proprio consiste nel verificare che l'aria compressa, immessa ad una pressione di circa 0,2 MPa, non manifesti, dopo 15 minuti, un calo superiore al 20% del valore iniziale stabilizzato.

Le giunzioni con cordone estruso interposto realizzano una struttura omogenea a facce parallele e possono essere collaudate con ultrasuoni. Con tale sistema si evidenzia per tutta la lunghezza della saldatura la continuità dello spessore del cordone interposto e comunque l'assenza di bolle d'aria e/o di eterogeneità nel materiale in esame. Il sistema trova limitazioni per le difficoltà di applicazione in condizioni ambientali non sempre idonee all'utilizzo dello strumento.

Le giunzioni con cordone estruso sovrapposto non collaudabili con ultrasuoni, sono controllate a vista, forzando una punta metallica lungo tutta la lunghezza del cordone oppure con altro modo ritenuto opportuno dalla D.L. In alternativa, si utilizzerà una campana a vuoto posta sopra la linea di saldatura previamente trattata con soluzione di sapone. Si aspira l'aria della campana fino a circa 0,06 MPa ed in caso di perdite si osserverà la formazione di bolle.

Un tecnico esperto di controllo qualità, indicato dal posatore, ispezionerà visualmente ogni giunto man mano che viene realizzato. Qualsiasi area che apparisse difettosa verrà segnata, registrata e riparata secondo le istruzioni del fabbricante.

I risultati delle prove saranno annotati e riportati alla DL.

Tutte le prove sono a cura e spese dell'Appaltatore.

Prove distruttive delle saldature in cantiere

Una saldatura di prova, lunga 1 m, verrà realizzata ogni giorno da ogni saldatrice prima di iniziare la saldatura; altre saldature di prova potranno essere eseguite su richiesta dalla Direzione Lavori.

In ogni caso dovranno essere eseguite almeno 4 prove di trazione in laboratorio ogni 10'000 m2 di geomembrana posata (con un minimo di n. 4 prove per forniture inferiori),.

Provini della saldatura di prova di larghezza da 6 a 10 cm, verranno ricavati dalla saldatura di prova e provati a trazione ed a "peeling".

Le saldature dovranno essere più robuste del materiale. Il campione di saldatura verrà conservato per successive prove di laboratorio secondo quanto prescritto dai relativi standard. Potranno anche venire prelevati campioni di saldatura di materiale dei teli già saldati e posti in opera con frequenza da stabilirsi: anche questi campioni verranno provati in cantiere a trazione ed a "peeling", alla presenza della Direzione Lavori.

Le prove a trazione saranno basate sul metodo UNI 8202/30: campioni tagliati con saldatura posta al centro vanno provati sottoponendo a sforzo la saldatura in una configurazione a "trazione". Questo significa che il telo superiore viene sottoposto a sforzo rispetto a quello inferiore secondo una direzione che lo allontana dalla saldatura. Il test è positivo quando si ha rottura del telo superiore o inferiore. È negativo quando si ha rottura della saldatura.

Le prove a "peeling" saranno basate sul metodo UNI 10567 o equivalente approvato. Campioni tagliati con la saldatura in posizione centrale, vanno provati sottoponendo a sforzo il telo superiore rispetto al bordo sovrapposto di quello inferiore tentando di spellare la saldatura. Il test è positivo quando si rompe il telo. È negativo quando la saldatura si sfoglia.

In caso si verificassero prove con esito negativo, andrà eseguito un rigoroso esame di tutta la lunghezza della saldatura già completata partendo dalla posizione della precedente saldatura provata con esito positivo; qualsiasi giunzione difettosa andrà riparata seguendo le istruzioni del fabbricante.

Prima di procedere alle successive saldature dovrà essere presentata al Direttore dei Lavori una relazione che ponga in evidenza le ragioni del difetto della saldatura.

I risultati delle prove saranno annotati e quindi sottoposti alla DL.

Tutte le prove sono a cura e spese dell'Appaltatore.

II. MODO DI ESECUZIONE DEI LAVORI E PRESCRIZIONI SPECIALI

I lavori dovranno essere eseguiti a perfetta regola d'arte impiegando materiali della migliore qualità, di pieno gradimento della Direzione dei lavori, in conformità a quanto previsto negli elaborati progettuali ed alle prescrizioni che, di volta in volta, saranno impartite dalla stessa Direzione lavori.

In particolare si prescrive quanto segue:

3. Scavi della trincea di posa e della fondazione dei manufatti

3.1. Premessa generale

Gli interventi di progetto si sviluppano in un'area industriale che prevede l'accesso a numerose attività produttive la cui presenza può condizionare in maniera sostanziale le attività di cantiere e l'avanzamento dei lavori.

Ciò premesso, si precisa che nessun compenso, oltre a quanto già previsto, sarà dovuto per gli oneri e le difficoltà derivanti ai lavori a causa della necessità di garantire agli l'accessibilità alle aree ed il transito veicolare e pedonale in quanto, già remunerati con gli oneri della sicurezza e con il prezzo formulato dall'Appaltatore in sede di offerta.

Gli scavi saranno eseguiti nelle sagome e dimensioni risultanti dagli elaborati progettuali; particolare attenzione sarà posta nella sagomatura di fossi, nella sistemazione delle banchine e nella configurazione di scarpate e profilatura dei cigli stradali.

Gli scavi, comunque eseguiti, saranno valutati come fissato nelle sezioni tipo di progetto, anche nei casi in cui l'Appaltatore ritenga conveniente eseguirli con pareti a scarpa, restando a proprio carico l'onere del riempimento dell'eventuale conseguente maggiore volume.

Per gli scavi di fondazione si applicheranno le norme previste dal D.M. 11 Marzo 1988 (S.O. alla G.U. n° 127 in data 01.06.1988).

Le scarpate saranno eseguite con pendenze correlate alla natura ed alle caratteristiche fisicomeccaniche del terreno. Le terre da impiegare nell'esecuzione delle opere saranno individuate e classificate sulla base della seguente normativa:

- norme UNI EN 13242/2004 "Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade", che specifica le proprietà di aggregati ottenuti mediante processo naturale o industriale oppure riciclati per materiali non legati e legati con leganti idraulici, per impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade;
- norme UNI EN ISO 14688-1/2003 "Indagini e prove geotecniche - Identificazione e classificazione dei terreni - Identificazione e descrizione", che stabilisce i principi base per l'identificazione e la classificazione dei terreni sulla base di materiali e masse caratteristici più comunemente utilizzati;
- norme UNI EN 13285/2004 "Miscele non legate - Specifiche", che specifica i requisiti per miscele non legate impiegate per la costruzione e la manutenzione di strade, aeroporti e altre aree soggette a traffico.

3.2. Scavi di sbancamento e splateamento

Per scavi di sbancamento s'intendono quelli occorrenti per lo spianamento e la sistemazione del terreno, secondo determinate sagome, delle aree su cui dovranno sorgere costruzioni, per tagli di terrapieni, per la formazione di piazzali, per trincee stradali o per la loro modifica.

Gli scavi di splateamento sono quelli necessari per la realizzazione di platee o piattaforme, anche completamente incassate nel terreno.

Detti scavi verranno eseguiti con mezzi meccanici od a mano od in entrambi i modi a seconda delle particolarità di ogni singolo manufatto qualunque sia la natura e la qualità del terreno; dovranno essere spinti fino alla profondità ordinata dalla Direzione Lavori all'atto della loro esecuzione. Le quote che si trovano indicate nei disegni di progetto o di consegna, debbono ritenersi perciò di semplice avviso e la Direzione Lavori si riserva perciò piena facoltà di variarle nella misura che reputerà necessaria o più conveniente, senza che ciò possa dare all'appaltatore motivo alcuno di fare eccezione o domande di speciali compensi oltre a quelli previsti nel presente Capitolato d'appalto.

Tutti gli scavi verranno eseguiti a pareti verticali od inclinate, secondo le precise dimensioni fissate nei tipi o, all'atto pratico, dalla Direzione Lavori; i piani dovranno essere orizzontali, ripuliti e diligentemente spianati; le pareti di tutti gli scavi, quando occorra, dovranno essere convenientemente sbadacchiate, puntellate od armate.

Sono a carico dell'Impresa tutte le spese per aggettamenti, per sollevamento di acqua ed ogni lavoro necessario a togliere dagli scavi tutte le acque che vi si raccogliessero sia per la pioggia che per le infiltrazioni laterali o dal fondo oppure da condutture esistenti.

Gli esaurimenti d'acqua dovranno essere eseguiti con tutti i mezzi che si ravvisassero più opportuni per mantenere costantemente asciutto il fondo dello scavo; tali mezzi dovranno essere sempre in perfetta efficienza, nel numero e con le portate e le prevalenze necessarie e sufficienti per garantire la continuità del prosciugamento.

Resta comunque inteso che, nell'esecuzione delle operazioni precedenti, l'Impresa dovrà provvedere di sua iniziativa ed a sua cura e spese, ad assicurare il deflusso delle acque che si riscontrassero scorrenti sulla superficie del terreno allo scopo di evitare che esse si sversino negli scavi: provvederà a tagliare ogni impedimento che si opponesse così al regolare deflusso delle acque, ed ogni causa di rigurgito, anche ricorrendo alla apertura dei canali fugatori. Di ogni onere relativo e quindi del relativo compenso è stato tenuto conto nella formazione dei prezzi degli scavi.

Qualora nell'esecuzione degli scavi la D.LL. ritenesse i normali mezzi di aggettamento non sufficienti a garantire la buona esecuzione dell'opera a causa della falda freatica elevata, con conseguenti franamenti e ribollimenti negli scavi, sarà facoltà della stessa D.LL. ordinare l'impiego di mezzi idonei per l'abbassamento della falda, da compensare a parte.

Col materiale scavato, l'Impresa dovrà a proprie spese, a seconda delle direttive che saranno impartite dalla Direzione Lavori, riempire eventuali depressioni, sistemare il terreno attorniante nuove costruzioni, curando in dette manovre la separazione della terra vegetale, da utilizzare per le zone a verde, dal materiale magro ed idoneo ad altri usi, ed eventualmente caricarlo e trasportarlo a rifiuto su aree da procurarsi pure a sua cura e spese.

Sono pure a carico dell'Appaltatore l'abbattimento di piante, anche d'alto fusto, e cespugli di piante legnose presenti nella zona dei lavori.

3.3. Scavi di fondazione a sezione obbligata

Per scavi di fondazione s'intendono quelli chiusi da pareti, di norma verticale o riproducenti il perimetro dell'opera, necessari per dar luogo alle fondazioni dei muri, alle platee di fondazione, costruzione di pozzetti ecc.

Gli scavi verranno eseguiti con mezzi meccanici od a mano od in entrambi i modi a seconda delle particolari necessità di ogni singolo manufatto.

Qualunque sia la natura e la qualità del terreno dovranno essere spinti fino alla profondità che dalla Direzione Lavori, all'atto della loro esecuzione, verrà ordinata.

Le profondità che si trovano indicate nei disegni di progetto o di consegna, debbono ritenersi perciò di semplice avviso e la Direzione Lavori si riserva piena facoltà di variare nella misura che reputerà necessaria o più conveniente, senza che ciò possa dare allo appaltatore motivo alcuno di fare eccezione o domande di speciali compensi oltre a quelli previsti nel presente Capitolato d'appalto.

Tutti gli scavi verranno eseguiti a pareti verticali od inclinate, secondo le precise dimensioni fissate nei tipi o, all'atto pratico, dalla Direzione Lavori; i piani di fondazione dovranno essere orizzontali, ripuliti e diligentemente spianati; le pareti di tutti gli scavi, quando occorra, dovranno essere convenientemente sbadacchiate, puntellate od armate.

Nei prezzi degli scavi sono comprese tutte le opere per aggettamenti, per sollevamento di acqua ed ogni lavoro necessario a togliere dagli scavi tutte le acque che vi si raccogliessero sia per la pioggia che per le infiltrazioni laterali o dal fondo oppure da condutture esistenti. L'Impresa dovrà inoltre provvedere a sua cura e spese, al riempimento, con materiali adatti, dei vani rimasti intorno alle murate di fondazione, ed ai successivi costipamenti sino al primitivo piano del terreno.

Gli esaurimenti d'acqua dovranno essere eseguiti con tutti i mezzi che si ravvisassero più opportuni per mantenere costantemente asciutto il fondo dello scavo; tali mezzi dovranno essere sempre in perfetta

efficienza, nel numero e con le portate e le prevalenze necessarie e sufficienti per garantire la continuità del prosciugamento.

Resta comunque inteso che, nell'esecuzione delle operazioni precedenti, l'Impresa dovrà provvedere di sua iniziativa ed a sua cura e spese, ad assicurare il deflusso delle acque che si riscontrassero scorrenti sulla superficie del terreno allo scopo di evitare che esse si versino negli scavi: provvederà a tagliare ogni impedimento che si opponesse così al regolare deflusso delle acque, ed ogni causa di rigurgito, anche ricorrendo alla apertura dei canali fugatori. Di ogni onere relativo e quindi del relativo compensato è stato tenuto conto nella formazione dei prezzi degli scavi.

Qualora nell'esecuzione degli scavi la D.LL. ritenesse i normali mezzi di aggotamento non sufficienti a garantire la buona esecuzione dell'opera a causa dell'elevato livello della falda freatica, con conseguenti franamenti e ribollimenti negli scavi, sarà facoltà della stessa D.LL. ordinare l'impiego di mezzi idonei per l'abbassamento della falda, da compensare a parte.

3.4. Scavi e reinterri per costruzione di condotte e canali a cielo aperto

3.4.1 Generalità

Lo scavo per la posa di condutture dovrà essere regolato in modo che il piano di appoggio del tubo o del manufatto, una volta preparato il letto di posa o il sottofondo in magrone, si trovi alla profondità indicata nei profili di posa esecutivi, salvo quelle maggiori profondità che si rendessero necessarie in alcuni punti in conseguenza del tipo di terreno e delle esigenze di posa.

Le profondità di scavo saranno riferite ad appositi picchetti posti dall'appaltatore e a caposaldi fissati dalla Stazione Appaltante alla consegna dei lavori; l'Appaltatore ha l'obbligo di verificare le quote assegnate ai caposaldi a cui dovrà fare riferimento e ad eseguire tutte le attività indicate nel presente Capitolato.

Ove occorra, per ragioni imprescindibili di lavoro, spostare qualcuno dei caposaldi, egli ne preparerà a tutte sue spese un altro nella posizione più opportuna scelta dall'Appaltante e provvederà a rilevarne la quota.

Gli scavi per la posa delle condutture saranno eseguiti con mezzi meccanici od a mano od in entrambi i modi a seconda delle situazioni particolari di ogni singolo tratto di condotta e con la minima larghezza compatibile con la natura delle terre e con le dimensioni esterne delle condotte, ricavando opportuni allargamenti e nicchie per i blocchi di ancoraggio o di spinta, per i giunti, per le apparecchiature, per i pezzi speciali e le camerette.

In ogni caso, gli scavi saranno eseguiti secondo le sagome geometriche prescritte dalla Direzione dei Lavori e, qualora le sezioni assegnate vengano maggiorate, l'Appaltatore non avrà diritto ad alcun compenso per i maggiori volumi di scavo, ma anzi sarà tenuto ad eseguire a proprie cure e spese tutte le maggiori opere, anche di ripristino, che si rendessero per conseguenza necessarie.

Pure senza speciale compenso - bensì con semplice corresponsione dei prezzi o delle maggiorazioni che i Prezzi unitari di elenco offerti dall'Appaltatore stabiliscono in funzione delle varie profondità - l'Appaltatore dovrà spingere gli scavi occorrenti alla fondazione dei manufatti fino a terreno stabile.

3.4.2 Scavi

Senza che ciò dia diritto a pretendere delle maggiorazioni sui prezzi d'Elenco i materiali scavati che, ed in modo particolare quelli costituenti le massicciate stradali, le cotiche erbose ed il terreno di coltivo, dovranno essere depositati in cumuli distinti in base alla loro natura, se del caso eseguendo gli scavi a strati successivi, in modo da poter asportare tutti i materiali d'interesse prima di approfondire le trincee.

In particolare, l'Appaltatore dovrà realizzare una tempestiva intesa con l'autorità stradale competente, al fine di identificare le modalità ed i luoghi più idonei per l'accatastamento dei materiali da riutilizzare e per il successivo ripristino della massicciata stradale.

Se risultasse necessario depositare i scavati a lato della fossa, sempreché sia disponibile la superficie necessaria, ciò dovrà essere fatto in modo in modo tale da non ostacolare o rendere pericolosi il traffico stradale e l'attività delle maestranze.

Il materiale scavato dovrà essere accumulato con un'inclinazione corrispondente all'angolo di scarpa naturale. In generale dovranno essere adottati tutti gli accorgimenti atti a impedire l'allagamento degli scavi da parte delle acque superficiali, gli scoscendimenti dei materiali ed ogni altro eventuale danno, che, comunque, nel caso avesse a verificarsi, dovrà essere riparato a cure e spese dell'Appaltatore.

Tra lo spigolo superiore della fossa ed il piede della scarpata del materiale di risulta, si deve mantenere libera una striscia sufficiente ad essere utilizzata come corsia dell'escavatore e per il trasporto dei materiali. Nel deposito dei materiali di risulta si deve fare attenzione a non coprire gli idranti, i pozzetti di ispezione ai condotti dei servizi pubblici sotterranei, i pozzetti per le acque di pioggia stradali e manufatti simili.

E' vietato l'accumulo dei materiali di risulta nelle immediate adiacenze dello scavo.

Qualora le condizioni ambientali non consentano soluzioni diverse deve in ogni caso essere salvaguardata l'incolumità dell'opera in costruzione e delle maestranze di cantiere, ferme restando le norme riguardanti le sicurezze sui cantieri di lavoro.

Normalmente i materiali di risulta esuberanti devono essere caricati sui mezzi di trasporto direttamente dagli escavatori o dagli operai addetti allo scavo e mandati a discarica senza deposito intermedio. Qualora, in particolare su strade strette, non sia possibile l'accumulo dei materiali di scavo accanto alla fossa, i materiali idonei al reimpiego devono essere direttamente caricati sui mezzi di trasporto e portati ad un deposito intermedio a scelta dell'Impresa Appaltatrice ed accettata dalla Direzione dei Lavori.

Il materiale non idoneo al reinterro verrà portato a rifiuto.

Ogni e qualsiasi movimento di terra come sopra descritto deve intendersi compensato con l'articolo di Prezzi unitari di elenco offerti dall'Appaltatore relativo agli scavi e reinterri.

Il materiale di risulta degli scavi delle trincee verrà portato a rifiuto e sostituito con materiale idoneo che verrà pagato con il relativo prezzo di elenco.

Raggiunto il piano di posa alla quota prevista dai profili esecutivi si provvederà a livellarlo accuratamente. Qualora a giudizio della D.LL. il terreno d'appoggio del tubo non risulti idoneo o sia accidentato per trovanti od altro e comunque in tutti quei casi in cui non vi sia garanzia sufficiente che la condotta appoggi uniformemente sul terreno per tutta la sua lunghezza, dovrà essere predisposto uno strato di allettamento di adeguato spessore sul quale verrà appoggiata la condotta. Il suddetto letto potrà venire formato anche con parte del terreno di risulta dagli scavi ove questo risulti sufficientemente sciolto, nel qual caso sarà a carico dell'Impresa.

Nei punti ove cadono i giunti si dovranno scavare, all'atto della posa di questi, nicchie larghe e profonde tali da permettere di lavorare con comodità alla perfetta esecuzione dei giunti ed alla loro completa ispezione durante le prove.

Qualora nell'esecuzione degli scavi la D.LL. ritenesse i normali mezzi di aggotamento non sufficienti a garantire la buona esecuzione dell'opera a causa della falda freatica elevata, con conseguenti franamenti e ribollimenti negli scavi, sarà in facoltà della stessa D.LL. di ordinare l'impiego di mezzi idonei per l'abbassamento della falda, da compensare a parte con il relativo prezzo di elenco, nel quale si è tenuto conto di tutti gli oneri per installazione, funzionamento e rimozione degli impianti.

Per la continuità del transito in genere si costruiranno adeguati ponti provvisori, salvo accordi che potessero intervenire fra la Impresa ed interessati per una temporanea sospensione o diversione del transito.

In particolare l'Impresa dovrà curare le necessarie segnalazioni, le quali, durante la notte, saranno luminose e, se occorre, custodite. In caso di inevitabili interruzioni in qualche tratto di strada saranno disposti a cura dell'Impresa opportuni avvisi e segnalazioni, in ogni caso nel rispetto delle norme del nuovo Codice della Strada e del Regolamento di attuazione.

L'Impresa assume la completa responsabilità di eventuali danni a persone o cose derivanti dalla mancata od insufficiente osservanza delle prescrizioni o cautele necessarie.

Per l'inizio dei lavori, per la nomina delle strade e piazze, per tutto quanto possa avere riferimento ad occupazioni provvisorie che vadano a determinarsi sulle aree pubbliche o private e per quanto concerne la demolizione e la ricostruzione delle pavimentazioni stradali, l'Impresa deve ottenere l'approvazione della Direzione dei Lavori ed anche il preventivo consenso, per quanto di sua pertinenza, delle autorità competenti e dei privati proprietari ed attenersi alle prescrizioni degli stessi, senza diritto a particolari compensi.

Qualora sia previsto l'insediamento della tubazione nella sede stradale, l'Impresa dovrà procedere alla formazione dei cavi per tratti sufficientemente brevi disponendo e concentrando i mezzi d'opera in modo da rendere minimo, per ogni singolo tratto, il tempo di permanenza con cavo aperto. Lo sviluppo di tali tratti verrà tassativamente indicato di volta in volta dalla Direzione Lavori.

In particolare si fa obbligo all'Appaltatore di attenersi scrupolosamente alle disposizioni date, per tramite della Direzione dei Lavori, dall'Amministrazione (Comune, Provincia, ANAS, ecc.) investita della sorveglianza

e manutenzione della strada interessata ai lavori.

L'Impresa è tenuta, a sue spese, ad accertarsi preventivamente della stabilità e stato di conservazione delle opere di proprietà di terzi interessate dai lavori ad essa appaltati ed è responsabile di ogni infortunio o danno a terzi o a cose di terzi derivanti da fatti, negligenze o colpe dei suoi dipendenti, intendendosi perciò la Stazione Appaltante indenne e sollevata al riguardo da ogni responsabilità.

L'Impresa deve, nei casi dubbi, chiedere preventivamente conferma scritta alla Stazione Appaltante circa i particolari di esecuzione delle opere.

L'Impresa è tenuta a riparare e rifondere, oltre ai danni causati durante la effettuazione dei lavori, anche quelli che, ad opere ultimate, dovessero successivamente verificarsi in dipendenza di deficienze non rilevabili o non rilevate e ciò fino a scadenza di responsabilità a termini di legge e comunque almeno fino a collaudo generale.

I danni di qualunque genere causati dal personale dell'Impresa, o comunque da essa dipendenti, qualora non risarciti in tempo debito, possono a giudizio insindacabile della Stazione Appaltante, essere liquidati direttamente dalla stessa che si rivale sui compensi dovuti all'Impresa e nelle altre forme che ritenga opportune.

Sono a carico della Stazione Appaltante solo i danni inevitabili di qualsiasi tipo, non imputabili cioè a colpa o negligenza dell'Impresa, ma propri dell'opera da eseguire e quindi prevedibili.

Di questi danni l'Impresa deve dare avviso alla Stazione Appaltante, indicando anche la loro entità presumibile, prima dell'inizio delle opere, alle quali deve dare corso solo dopo avere ottenuto benestare scritto dalla stessa; in mancanza di tale preventivo benestare, la Stazione Appaltante può rifiutare di assumersi l'onere del risarcimento per danni, che sono quindi a carico dell'Impresa, o di riconoscere danni di maggiore entità di quella segnalata, riservandosi, in ogni caso, il diritto di trattare direttamente con terzi proprietari.

L'Impresa deve provvedere ad assicurarsi contro i rischi derivanti da fatti od omissioni dei suoi dipendenti e deve presentare, a richiesta della Stazione Appaltante, i documenti attestanti l'avvenuto adempimento di tali obblighi.

Nei prezzi di tariffa si è tenuto conto dell'obbligo per l'Impresa di provvedere a tutta sua cura e spese, ad assicurare la continuità del traffico stradale nel miglior modo possibile, ed in particolare quello pedonale e l'accesso alle case (portoni e botteghe) lungo le arterie ove si eseguono i lavori, per cui l'Impresa dovrà sottostare a quanto stabilirà la Direzione Lavori, fornendo e collocando in opera a tutta sua cura e spese, pedane, passerelle, ponticelli di servizio.

Nei prezzi degli scavi sono comprese tutte le spese per aggettamenti, per sollevamento di acqua ed ogni lavoro necessario a togliere dagli scavi tutte le acque che vi si raccogliessero sia per la pioggia che per le infiltrazioni laterali o dal fondo oppure da condutture esistenti

Dovendosi il prezzo dello scavo con i relativi oneri tutti ritenersi valido e da applicarsi anche nel caso di demolizione per sostituzione di condotte esistenti, le dimensioni da contabilizzare nella fattispecie saranno quelle corrispondenti al maggiore fra i diametri dell'esistente e della nuova condotta.

Per tutto il tempo in cui, a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, gli scavi dovranno rimanere aperti per le prove, verifiche ecc. saranno a carico esclusivo dell'Appaltatore tutte le spese per aggettamenti, per esaurimenti di acqua e per il necessario ripristino dello scavo, nonché tutte le altre spese per la perfetta manutenzione dello scavo stesso.

3.4.3 Reinterri

I reinterri dovranno essere eseguiti in modo che:

- per natura del materiale e modalità di costipamento, non abbia a formarsi, in prosieguo di tempo, cedimenti o assestamenti irregolari;
- i condotti e i manufatti non siano assoggettati a spinte trasversali e di galleggiamento e, in particolare non vengano loro provocati spostamenti;
- si formi un'intima unione tra il terreno naturale e il materiale di riempimento, cosicché, in virtù dell'attrito con le pareti dello scavo, ne consegua un alleggerimento del carico sui condotti.
-

Non potranno in ogni caso essere impiegati:

- materiali che posano aggredire chimicamente le opere quali scorie o terreni gessosi;

- materiali voluminosi quali terreni gelati o erbosi, terreni limo-argillosi che a contatto con l'acqua si siano rigonfiati più del 10% del volume;
- materiali di natura organica quali: legno, carta, foglie, torba e simili che possono successivamente provocare sprofondamenti;
- grosse pietre o frammenti di calcestruzzo e muratura che possano danneggiare la canalizzazione e i manufatti durante il reinterro o, a costipamento avvenuto, determinare la concentrazione di carichi sui condotti;

Nell'eseguire i reinterri si dovrà distinguere tra il rinalzo della tubazione, il rendimento della fossa e la sistemazione dello strato superficiale.

Il rinalzo si estende dal fondo della fossa fino ad una altezza di 30 cm sopra la generatrice del tubo; esso dovrà essere realizzato con materiale privo di corpi estranei compresi ciottoli.

La compattazione del rinalzo dovrà essere eseguita a mano, con apparecchi leggeri e contemporaneamente da ambo i lati della tubazione evitando di determinare spinte trasversali o di galleggiamento sulla tubazione.

Il successivo riempimento tra il limite suddetto e le eventuali opere di costituzione della carreggiata stradale saranno costituite come da disegni di progetto. In particolare

Reinterri in campagna

Senza che ciò dia diritto a pretendere delle maggiorazioni sui prezzi d'Elenco i materiali provenienti da scavi in campagna dovranno essere depositati in cumuli distinti in base alla loro natura: cotiche erbose, terreno di coltivo, terreno profondo, se del caso eseguendo gli scavi a strati successivi.

Il ripristino nei tratti di scavo di campagna può essere effettuato con terreno proveniente dallo scavo qualora il medesimo risulti della categoria A1 secondo la classificazione delle terre CNR-UNI 10006, è comunque vincolante il parere della Direzione Lavori contro il cui giudizio l'Impresa non può fare opposizione.

In caso contrario il reinterro sarà effettuato con la sostituzione del materiale scavato con materiale idoneo in conformità ai disegni di progetto ed in ogni caso sottoposto all'approvazione della D.LL.

Reinterri su strada bianca

Oltre al letto di posa dovrà essere eseguito il rinalzo a mano e la copertura del tubo per almeno cm. 30 sulla generatrice superiore della tubazione, con sabbia o ghiaio lavato della pezzatura di 4-6 mm., secondo quanto prescritto nei disegni di progetto o dalle indicazioni della D.LL.

Il reinterro dovrà essere effettuato con misto granulometrico stabilizzato, tutto di nuova fornitura, sottoposto ad approvazione della Direzione dei Lavori contro il cui giudizio l'Impresa non può fare opposizione, e dovrà avvenire a strati umidi costipati dello spessore massimo di cm. 30 sino a raggiungere il costipamento con prova Proctor al 95%.

Il cassonetto stradale dovrà essere ricostituito interamente con materiale di nuova fornitura come previsto dai disegni di progetto.

Reinterri su strada asfaltata

Oltre al letto di posa dovrà essere eseguito il rinalzo a mano e la copertura del tubo per almeno cm. 30 sulla generatrice superiore della tubazione, con sabbia o ghiaio lavato della pezzatura di 4-6 mm., secondo quanto prescritto nei disegni di progetto o dalle indicazioni della D.LL.

Il reinterro e il cassonetto stradale dovrà essere effettuato materiale di nuova fornitura, sottoposto ad approvazione della Direzione dei Lavori contro il cui giudizio l'Impresa non può fare opposizione, e dovrà avvenire a strati umidi costipati dello spessore massimo di cm. 30 sino a raggiungere il costipamento con prova Proctor al 97%.

Il successivo cassonetto ripristino del manto stradale sarà eseguito in ottemperanza a quanto stabilito dall'apposito articolo del presente Capitolato e dai disegni di progetto

Costipazioni

Oltre a quanto previsto nei paragrafi precedenti durante la costipazione, che avverrà per strati successivi dell'altezza non superiore a cm. 30, il materiale dovrà essere asperso con acqua e convenientemente compattato con mezzi meccanici.

Tali operazioni verranno eseguite di conserva con le operazioni di estrazione delle opere provvisionali.

Ripresa delle pavimentazioni stradali

Alla ripresa delle pavimentazioni stradali si dovrà dar corso, una volta acquisita con assoluta certezza, dell'avvenuto definitivo assestamento del terreno.

In relazione a particolari esigenze della circolazione o a specifiche richieste dei proprietari delle strade, è facoltà della D.LL. prescrivere, senza che l'appaltatore possa opporvisi o avanzare pretese di speciali compensi, che i rifacimenti abbiano luogo in tempi diversi per i vari tratti di strade, ed anche non appena ultimati i reinterri. In questo caso il riempimento dello scavo dovrà essere arrestato alla giusta quota.

La D.LL. potrà anche prescrivere che i ripristini avvengano in due o più riprese, differenziando la stesa degli strati superficiali in modo che possano essere ripresi gli avvallamenti che si fossero eventualmente formati per cedimenti dei reinterri e degli strati sottostanti della massiciata e sia quindi possibile assegnare alla strada, al momento della definitiva riconsegna ai proprietari, la sagoma prevista o originaria.

3.4.4 Interferenza con edifici

Qualora i lavori si sviluppino in prossimità di edifici e si possa presumere che l'apertura della trincea di posa risulti pericolosa per la stabilità degli stessi, gli scavi dovranno essere preceduti da un attento esame delle fondazioni dei fabbricati, integrato da sondaggi tesi ad accertarne consistenza, natura e profondità.

Sulla base delle risultanze dei saggi, il Direttore dei lavori potrà ordinare una modifica di tracciato o l'apprestamento delle opere di presidio, provvisorie o permanenti, che riterrà opportune.

Tanto i sondaggi che le opere di presidio devono intendersi compensate con il prezzo a corpo di contratto.

Nel caso in cui, lungo le strade interessate dalle opere, qualche immobile presenti lesioni o, in rapporto al suo stato, induca a prevederne la formazione in seguito ai lavori, l'Appaltatore ha l'obbligo di redigere, in contraddittorio con le Proprietà interessate, lo stato di consistenza corredato di una efficace documentazione fotografica.

3.4.5 Interferenza con sottoservizi interrati

Prima dell'inizio delle operazioni di scavo l'Appaltatore dovrà provvedere alla individuazione e segnalazione dei sottoservizi interrati esistenti; tali segnalazioni dovranno essere mantenute visibili per tutta la durata dei lavori.

I sottoservizi, nel punto di intersezione con le nuove condotte, dovranno essere messi a nudo mediante accurato scavo a mano, spinto fino alla quota del piano di posa delle stesse condotte o di fondazione dei nuovi manufatti e solidamente ancorati o puntellati; tali operazioni, se richiesto dagli Enti di gestione, dovranno essere eseguite in presenza di personale incaricato dagli stessi. Le misure di protezione adottate devono assicurare stabilmente l'esercizio dei sottoservizi. Saranno a carico della Stazione Appaltante le sole modifiche dei sottoservizi che comportino lo spostamento degli stessi per ragioni di quota mentre, nessun compenso è dovuto per gli oneri che l'Appaltatore incontrerà per difficoltà derivanti ai lavori a causa dei sottoservizi stessi; tali oneri si intendono, infatti, già remunerati con il prezzo di elenco per gli scavi.

3.4.6 Modalità esecutive degli scavi

L'Appaltatore è tenuto, di propria iniziativa, a porre in atto ogni accorgimento e ad impiegare i mezzi più idonei affinché gli scavi vengano eseguiti in condizioni di sicurezza. In conseguenza di ciò, è tenuto a utilizzare, non appena le circostanze lo richiedano, puntellazioni, armature, sbadacchiature ed ogni altro provvedimento utile ad assicurare l'incolumità del personale, l'integrità delle condotte ed impedire qualsiasi smottamento di materiali.

Qualora la natura del terreno o la profondità degli scavi fossero tali da non garantire quanto sopra, dovrà esserne data immediata comunicazione al Direttore dei lavori che potrà ordinare l'impiego di attrezzature particolari (palancole, blindaggi, ecc.).

L'Appaltatore dovrà, inoltre, provvedere con i mezzi più idonei (pompe, impianti Well-point, ecc.), alla derivazione e scarico dell'acqua per mantenere gli scavi all'asciutto, sia durante l'esecuzione degli scavi che

durante la posa dei manufatti e la costruzione delle opere murarie.

Qualora, nonostante le precauzioni prese, si dovessero verificare smottamenti, i materiali dovranno essere sgomberati a cura e spese dell'Appaltatore come lo stesso, sempre a proprie spese, dovrà provvedere al ripristino del piano di terreno comunque franato.

Lo scavo dei materiali per la trincea di posa delle condotte dovrà essere eseguito secondo il tracciato e le livellette previste negli elaborati progettuali, con le eventuali varianti che la Direzione dei lavori si riserva di fissare in sede di consegna od in corso d'opera.

Lo scavo dovrà essere eseguito in modo che le singole livellette non presentino punti di flesso.

In corrispondenza di terreni con scarsa portanza, cedevoli, organici o con variazioni di consistenza in funzione dell'umidità presente, il Direttore dei lavori si riserva la facoltà di ordinare l'allargamento della trincea di scavo e/o prescrivere la bonifica del fondo, nella misura necessaria a migliorare la reazione del terreno e a consentire la stesa di materiale inerte idoneo a costituire un adeguato piano di appoggio delle condotte o dei manufatti.

Il piano di posa dovrà essere regolarizzato a mano ed accuratamente costipato fino a raggiungere il 70% della densità massima (90% dell'indice Proctor Standard).

La larghezza della trincea di scavo non potrà mai essere inferiore a quella fissata nelle sezioni progettuali tipo; dovrà, comunque, essere tale da consentire una corretta costipazione del materiale che sarà impiegato per il rinfiacco delle tubazioni.

Ai soli fini contabili, la larghezza della trincea sarà quella fissata convenzionalmente per i vari diametri negli elaborati grafici di progetto e nel presente Capitolato Speciale d'Appalto.

Va precisato che i profili longitudinali definitivi saranno quelli risultanti dai rilievi planimetrici ed altimetrici che dovranno essere eseguiti in sede di consegna dei lavori.

E' vietato all'Appaltatore, sotto pena di demolire il già fatto, porre mano alle murature e procedere alla posa delle tubazioni, prima che la Direzione dei lavori abbia verificato ed accettato il piano delle fondazioni e quello di posa delle condotte.

L'Appaltatore, prima di dare inizio alle operazioni di scavo, dovrà ottenere, oltre all'approvazione della Direzione dei Lavori, anche il preventivo consenso, per quanto di loro competenza, dai privati e dagli Enti di qualsiasi natura, compresi quelli che gestiscono gli impianti di adduzione e distribuzione dell'acqua potabile, del gas, dell'energia elettrica, del telefono e pubblica illuminazione; lo stesso Appaltatore sarà l'unico responsabile di ogni danno derivante agli impianti sopraccitati, ai relativi allacciamenti alle utenze nonché, di eventuali ritardi nella concessione delle autorizzazioni e dei permessi.

Per gli scavi da eseguire su sedi stradali, di qualsiasi natura esse siano, l'Appaltatore dovrà provvedere alle necessarie segnalazioni, anche mediante l'installazione di impianto semaforico mobile nonché, a mantenere il transito pedonale e rotabile sulle strade stesse; ciò salvo diversi accordi con gli Enti proprietari per la deviazione o sospensione temporanea del traffico, nel qual caso dovrà essere predisposta la necessaria segnaletica.

Resta a carico dell'Appaltatore la piena responsabilità civile e penale per gli eventuali danni derivanti a persone o cose dalla mancata osservanza delle prescrizioni o dalla mancata applicazione dei richiedi necessari e tempestivi provvedimenti.

3.4.7 Prescrizioni speciali per interventi in aree a verde o agricole o in prossimità di apparati radicali

Qualsiasi tipo di scavo da effettuare in aree pubbliche o private a destinazione verde dovrà, tassativamente, essere preceduto dallo scavo preliminare del terreno esistente per una profondità che sarà fissata dal Direttore dei lavori e, comunque, mai superiore a cm 50, ed esteso a tutta l'area di occupazione. Il terreno di risulta da tale operazione dovrà essere accumulato all'interno della stessa area di occupazione in modo tale da non ostacolare il naturale smaltimento delle acque e l'operatività del cantiere. Ove ciò non risulti possibile l'Appaltatore dovrà, a propria cura e spese, reperire le aree necessarie al deposito provvisorio.

A lavori ultimati si dovrà procedere al ripristino ed alla sistemazione definitiva delle aree in conformità alle prescrizioni seguenti:

- accurata pulizia delle aree di lavoro da detriti e residui di lavorazioni;
- pulizia e risezionamento di eventuali fossi e scoline manomessi in conseguenza dei lavori e della movimentazione dei mezzi d'opera;
- carico, trasporto scarico e movimentazione del terreno accumulato nella fase preliminare allo scavo;

- stesa dello stesso con mezzo meccanico, fino al completo ripristino dei profili e delle quote dei piani preesistenti;
- asportazione di eventuale pietrame affiorante e fresatura, con l'impiego di idonei mezzi meccanici, di tutte le aree oggetto di sistemazione; carico, trasporto e scarico a rifiuto, a qualsiasi distanza, del materiale di risulta eccedente.

Nel caso di lavori di scavo nella zona delle radici a distanza inferiore a metri 3 si dovrà procedere con particolari precauzioni: scavi a mano, rispetto delle radici portanti evitando tagli e danneggiamenti. Gli eventuali tagli che si rendesse necessario effettuare saranno eseguiti in modo netto disinfettando ripetutamente le ferite con gli anticrittogamici prescritti. Le radici più grosse sono da sottopassare con le tubazioni senza provocare ferite e vanno protette contro il disseccamento con juta. Per gli interventi che vengono eseguiti in vicinanza di platani deve essere preventivamente eseguito un sopralluogo con un tecnico del servizio verde pubblico che fornirà specifiche prescrizioni. Rimane in vigore la normativa disposta dal D.M. 412 del 3.9.1987. Gli scavi nella zona degli alberi non devono restare aperti più di una settimana. Se dovessero verificarsi interruzioni dei lavori gli scavi si devono riempire provvisoriamente o l'impresa deve coprire le radici con una stuoia. In ogni caso le radici vanno mantenute umide. Se sussiste pericolo di gelo le pareti dello scavo nella zona delle radici sono da coprire con materiale isolante. Il riempimento degli scavi deve essere eseguito al più presto. I lavori di livellamento nell'area radicale sono da eseguirsi a mano. Interventi agronomici specializzati quali potature di riequilibrio, concimazioni, ecc. potranno essere necessari per la salvaguardia delle alberature e l'incolumità pubblica e dovranno essere eseguiti da imprese specializzate.

3.5. Oneri

Nell'esecuzione degli scavi, l'Appaltatore dovrà ritenersi compensato di tutti gli oneri espressamente riportati nel presente Capitolato Speciale d'Appalto, di quelli specificati nell'analisi del prezzo a corpo e di quelli derivanti dall'applicazione delle norme e dei presidi necessari a garantire la sicurezza degli operai e di terzi.

4. Fondazioni delle opere d'arte

4.1. Indagini sui terreni

In fase costruttiva occorre controllare la rispondenza fra la caratterizzazione geotecnica di progetto e le effettive condizioni del sottosuolo, provvedendo se necessario al completamento e alla revisione del progetto.

I risultati delle indagini ed i calcoli geotecnici saranno oggetto di una relazione alla quale verrà allegata la documentazione sulle indagini eseguire ed una planimetria che riporti la loro ubicazione.

Deve essere eseguita la verifica di stabilità, sia nei confronti del raggiungimento dello stato limite di rottura del terreno che dall'insieme della zona prima e dopo la costruzione del manufatto in progetto.

Il coefficiente di sicurezza sarà di regola non inferiore a 2,5. Per ogni tipo di fondazione le indagini devono essere estese fino alla profondità alla quale è praticamente sensibile l'effetto del carico.

Il dimensionamento delle fondazioni di qualsiasi tipo deve essere eseguito in modo da trasmettere uniformemente al terreno i carichi statici.

L'impresa deve assumere in ogni caso la completa responsabilità della stabilità delle strutture di fondazione come per le opere in elevazione.

4.2. Fondazioni profonde

La determinazione del carico limite e la previsione dei cedimenti del singolo palo devono essere eseguite con metodi analitici. Collegando la portata del palo prefabbricato alla resistenza alla infissione, la D.L. effettuerà la scelta preliminare delle caratteristiche dei pali da adottare, solo dopo l'infissione di uno o più pali di saggio, allo scopo di determinare la capacità portante.

I pali verranno numerati, così come sulla pianta di dettaglio delle fondazioni; ogni palo che si spezzasse o deviasse durante la infissione sarà demolito oppure asportato e sostituito da altro, a cura e spese dell'Impresa; questa non verrà compensata per il palo inutilizzato.

Il rifiuto si intenderà raggiunto quando l'affondamento prodotto da un determinato numero di colpi di maglio (volata), cadenti successivamente dalla stessa quota, non superi il limite stabilito a seguito dell'infissione dei pali di saggio, in relazione alla resistenza che il palo deve offrire; a tal fine le ultime volate saranno battute in presenza di un incaricato della D.L., né l'Impresa è autorizzata, in alcun modo, a recidere il palo senza averne avuta autorizzazione.

La constatazione, in contraddittorio, la profondità raggiunta da ciascun palo, ed il rifiuto relativo, saranno annotati con numero relativo, in una scheda che verrà firmata dall'Impresa e dalla D.LL.

Qualora, in sostituzione dei pali prefabbricati, la D.L. decida di eseguire dei diaframmi di fondazione con l'impiego di fanghi bentonitici, l'opera dovrà sottostare alle seguenti prescrizioni:

l'impresa deve essere in grado di eseguire, con la stessa attrezzatura, anche elementi di lunghezza variabile e fino ad un minimo di 1,20 m;

i disegni esecutivi prescrivono la quota del piano superiore e finito dei diaframmi;

in corso di esecuzione l'Appaltatore deve tuttavia effettuare senza alcun compenso il getto e la successiva demolizione del calcestruzzo per un'altezza non inferiore a 30 cm rispetto a detto piano superiore finito, fermo restando che questa maggiore altezza non viene considerata agli effetti della contabilizzazione;

il piano inferiore di base della paratia è indicato nei disegni di progetto; la D.L. si riserva la facoltà, in sede esecutiva, di ordinare i maggiori approfondimenti oltre il piano di appoggio previsto in progetto che risultino giustificati dalla natura del terreno;

le armature metalliche debbono essere eseguite, in conformità ai disegni di progetto, in pannelli composti con barre di tondo liscio o nervato, dirette o sagomate, collegate rigidamente a mezzo di robuste legature di ferro ricotto con barre di irrigidimento, senza l'impiego di saldatura; questi pannelli di armatura debbono essere posti in opera alle quote e nelle posizioni prescritte;

le barre di armatura, staffe comprese, dei pannelli di paratia debbono avere, a lavoro ultimato, una copertura di almeno 7 cm di calcestruzzo;

i fanghi bentonitici da impiegarsi nello scavo per l'esecuzione dei diaframmi dovranno essere costituiti da miscela di bentonite asciutta per 100 l di acqua, salvo la facoltà della D.L. di ordinare delle dosature diverse;

il contenuto in sabbia finissima dovrà essere inferiore a 3% del peso della bentonite asciutta;

la miscelazione dovrà essere eseguita in impianti automatici con mescolatore ad alta robustezza e dosatore a peso di componenti;

circa le caratteristiche della miscela si precisa che questa dovrà avere una gelimetria, a temperatura zero, non superiore a 15 cm e non inferiore a 5 cm di affondamento ed un peso specifico misurato alla vasca di accumulo compreso fra 1,50 + 1,10 t/mc;

gli scavi per la formazione dei diaframmi devono essere eseguiti con l'impiego di dispositivi meccanici opportuni che provvedono al taglio graduale del terreno ed alla raccolta del materiale di risulta senza provocarne la caduta nello scavo stesso; detti materiali debbono essere raccolti ed inviati con mezzi idonei onde evitare spargimenti di fanghi o detriti sulle aree stradali o comunque esterne al cantiere;

le paratie continue in c.a. sono costituite da pannelli aventi una lunghezza massima fino a 5,40 m circa, e per una profondità di scavo fino ad un massimo di 40 m;

l'Appaltatore non potrà accampare diritto alcuno qualora la quantità di calcestruzzo effettivamente necessaria per la formazione dei diaframmi fosse superiore a quella teorica;

la formazione del cavo di getto dovrà essere eseguita in presenza di circolazione meccanica di emulsione bentonitica con dosaggio non inferiore a 80 + 120 kg/mc di acqua e impiego di vasche a rimescolazione meccanica di volume non inferiore a 4 volte il volume totale in circolazione;

le pareti dello scavo dovranno essere protette ove necessario, contro gli smottamenti mediante avampezzi o incorniciature metalliche;

il getto di calcestruzzo, eseguire le operazioni di asporto dei detriti di fondo dovrà essere effettuato a ciclo continuo per il riempimento senza soluzioni di continuità sullo intero pannello in corso di getto;

la colata del calcestruzzo sarà effettuata mediante tubi rigidi di sufficiente diametro con tramoggia di carico;

non potranno essere richiesti compensi di alcuna natura per difficoltà inerenti allo scavo ed alla stabilità laterale delle pareti che dovrà essere assicurata con ogni opera ed intervento necessari;

si ripete espressamente che il prezzo comprende ogni onere per apprestamenti, mano d'opera, materiali (energia, macchine, trasporti, sistemazione eventuali del terreno, ecc.), ripristino delle condizioni ambiente

iniziale, bacini di circolazione bentonitica o sedimentazione fanghi e ogni altro, anche se non citato, per dare le opere perfettamente finite ed idonee alla funzione che dovranno svolgere.

5. Fresatura di pavimentazioni bituminose

L'Impresa è tenuta a rilevare l'esatta livelletta dello stato di fatto prima di procedere alla fresatura, per ognuna delle fasi di lavoro previste in progetto.

La demolizione della parte della sovrastruttura in conglomerato bituminoso per l'intero spessore o parte di esso dovrà essere effettuata con idonee attrezzature munite di frese a tamburo e di nastro autocaricante funzionanti a freddo.

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

La superficie finale dovrà risultare perfettamente regolare in tutti i punti, priva di residui di strati non completamente fresati.

L'Impresa si dovrà scrupolosamente attenere gli spessori di demolizione definiti dalla D.LL. Qualora questi dovessero risultare diversi per difetto o per eccesso rispetto all'ordinativo di lavoro, l'Impresa è tenuta a darne immediata comunicazione al Direttore dei Lavori o ad un suo incaricato che potranno autorizzare la modifica delle quote di scarifica: il rilievo dei nuovi spessori dovrà comunque avvenire in contraddittorio.

Lo spessore della demolizione dovrà essere mantenuto costante in tutti i punti e le fresature per raccordi sia longitudinali che trasversali, dovranno seguire scrupolosamente le livellette di progetto.

La pulizia del piano di scarifica dovrà essere eseguita con attrezzature munite di spazzole rotanti e dispositivi aspiranti o simili, in grado di dare un piano perfettamente pulito e completamente privo di materiali non ancorati alla preesistente pavimentazione.

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

Sia il piano fresato sia le pareti dovranno, prima della posa in opera dei nuovi strati di riempimento, risultare perfettamente pulite e asciutte e uniformemente rivestite, dove previsto, dalla mano di attacco in legante bituminoso.

Il materiale fresato rimane tutto di proprietà dell'Impresa e dovrà essere caricato mediante nastro trasportatore su autocarri e quindi allontanato dalla sede stradale e trasportato, a cura ed onere dell'Impresa stessa, in idonee discariche; E' obbligo dell'Impresa, altresì, presentare opportuna documentazione (copia formulari, certificazioni, ecc) alla D.LL. di Etra Sp.a., relativa allo smaltimento del materiale sfresato.

Non è ammesso né tollerato lo scarico, anche di piccole quantità, nelle scarpate, aree golenali o in altre pertinenze dell'Amministrazione, pena l'immediata rimozione a cura e spese dell'Impresa.

6. Aggottamenti acqua di falda

6.1. Generalità

Prima di procedere all'esecuzione degli scavi di qualsiasi natura l'Appaltatore dovrà provvedere ove necessario alla realizzazione dei presidi che riterrà utili all'abbassamento del livello dell'acqua di falda ad una quota tale da consentire l'avanzamento degli scavi all'asciutto e la posa delle condotte.

Tali presidi dovranno essere mantenuti in funzione per tutto il tempo necessario alla ultimazione delle opere; la loro disattivazione potrà essere ordinata, esclusivamente dal Direttore dei lavori.

L'Appaltatore sarà ritenuto responsabile di tutti i danni derivanti alle opere in conseguenza della disattivazione non autorizzata, anche se accidentale, degli impianti.

6.2. Oneri

Per l'attuazione dei provvedimenti sopra descritti l'Appaltatore dovrà ritenersi compensato, oltre che per gli oneri derivanti dalla rigida applicazione delle norme previste dal piano di sicurezza, anche per i seguenti:

- esecuzione di scavi, compreso il ripristino dei luoghi allo stato preesistente, a lavori ultimati;
- fornitura, installazione e noleggio di tutti i materiali, le attrezzature e le tubazioni necessari per l'aggottamento e l'allontanamento dell'acqua dall'area di cantiere;

- operazioni diurne e notturne di manutenzione e controllo degli impianti e delle apparecchiature, anche nei giorni festivi;
- spostamenti e disattivazioni, sia parziali che totali degli impianti, che si rendessero necessari per necessità operative;
- fornitura, installazione, conservazione e spostamenti di collettori di aspirazione e scarico;
- fornitura ed installazione di pompe con motore elettrico o Diesel, di potenza e portata adeguata, compreso il funzionamento in continuo delle stesse (24 ore su 24), la relativa assistenza e l'approntamento di pompe di scorta in caso di avaria;
- fornitura di carburanti, lubrificanti, filtri, materiali di consumo e, nel caso di pompe elettriche, forza elettromotrice, compreso l'eventuale allacciamento elettrico per il funzionamento delle pompe;
- rimozione degli impianti, ad opere ultimate, compreso il carico, trasporto e scarico dal cantiere al deposito dell'Appaltatore;
- sfridi, perdita di attrezzature e quanto altro necessario per il funzionamento degli impianti o, in conseguenza di essi.

7. Blindaggi ed armatura degli scavi

7.1. Blindaggio degli scavi

Il blindaggio degli scavi sarà eseguito per altezza fino a $4,50 \div 6$ m, previa comunicazione alla Direzione dei lavori. Per blindaggio s'intende l'intervento finalizzato al sostegno delle pareti degli scavi ed a preservare l'incolumità del personale addetto alle lavorazioni. Esso sarà costituito da travi guida metalliche, a semplice o doppio binario, da infiggere nel terreno, destinate all'inserimento di pannelli scorrevoli o di pannelli a cassero per palancole e dotate di distanziatori metallici regolabili, nel numero e delle dimensioni derivanti da calcolo e quindi, variabili in funzione della natura dei terreni, delle profondità di scavo da contrastare e delle spinte laterali da sostenere.

7.2. Palancole metalliche

L'uso delle palancole nell'armatura degli scavi è, in genere, previsto per la realizzazione dei manufatti in opera; ciò fatte salve eventuali particolari necessità che si manifestassero nel corso di esecuzione dei lavori e previa esplicita autorizzazione del Direttore dei lavori.

L'infissione delle palancole in ferro, tipo Larseen o equivalenti, sarà effettuata con sistemi normalmente in uso o, qualora necessario in relazione alla natura dei terreni e/o alla vicinanza di fabbricati, con l'impiego di attrezzature ad alta frequenza che riducano le vibrazioni trasmesse alle aree circostanti i punti di infissione. Nelle fasi di infissione dovranno essere adottate speciali cautele per evitare deformazioni degli incastri liberi e per fare in modo che gli stessi rimangano puliti da materiali, così da garantire la guida alla successiva palanca; a tale scopo gli incastri, prima dell'infissione dovranno essere riempiti di grasso. L'infissione delle palancole dovrà essere eseguita in modo che le stesse risultino perfettamente verticali; non saranno ammesse deviazioni, disallineamenti fuoriuscita dalle guide.

Per ottenere un più agevole affondamento, specialmente in terreni di natura ghiaiosa o sabbiosa, l'infissione dovrà essere eseguita con l'ausilio di acqua in pressione spinta, attraverso apposite tubazioni, sotto le punte delle palancole.

Qualora dovessero verificarsi fuoriuscite dalle guide, disallineamenti o deviazioni che, ad esclusivo e vincolante giudizio del Direttore dei lavori, non fossero tollerabili, la palanca o le palancole in questione dovranno essere rimosse e reinfissa o, se danneggiate, sostituite, a totale cura e spese dell'Appaltatore.

8. Trasporto, stoccaggio e posa in opera delle tubazioni e dei manufatti

8.1. Scarico e sfilamento

Le operazioni di scarico e sfilamento, per tutti i tipi di tubazione, dovranno essere effettuate con ogni cura. I tubi non dovranno essere buttati a terra nè fatti strisciare sulle sponde degli automezzi ma, essere sollevati ed appoggiati al suolo per mezzo di apposite imbragature. Qualora il carico sia stato effettuato con pallets, dovranno essere sollevati con adeguati mezzi e poggiati su terreno pianeggiante.

Durante la movimentazione in cantiere, con particolare riguardo allo sfilamento delle condotte lungo gli scavi, dovrà essere evitato il loro trascinarsi sul terreno al fine di non provocare danni al sistema di giunzione o rigature ed abrasioni al rivestimento.

8.2. Posa in opera

La posa in opera delle condotte dovrà essere eseguita con modalità diverse, in funzione dei materiali di cui sono composte, dei tipi di giunzione, delle caratteristiche geometriche delle trincee di scavo, delle profondità di posa e dei tipi di terreno attraversato.

La giunzione fra le tubazioni dovrà essere ottenuta esclusivamente mediante apparecchiature idrauliche o manuali di tiro (TIR-FOR). Nelle giunzioni a bicchiere non saranno ammessi sigillanti o malta per assicurare la tenuta, che dovrà dipendere esclusivamente dalla geometria del giunto e dalla qualità e profilo della guarnizione.

Prima del varo all'interno della trincea di posa, i singoli tubi dovranno essere controllati per evidenziarne eventuali difetti di fabbricazione o danni e rotture derivanti da precedenti ed errate manipolazioni.

Di seguito vengono indicate, in relazione ai tipi di giunzione, le procedure generali da adottare nella posa delle condotte con l'avvertenza che le giunzioni mediante saldatura dovranno essere eseguite esclusivamente da personale altamente specializzato munito di specifico patentino.

Con giunti a bicchiere o a manicotto ed anelli di tenuta in poliuretano o materiale elastomerico

Dopo aver preparato e costipato il letto di posa, come più avanti descritto, le tubazioni saranno calate nella trincea e giuntate, previa verifica della pulizia delle guarnizioni di tenuta, dell'assenza di tagli o screpolature delle stesse e della perfetta pulizia delle estremità dell'elemento da innestare; qualora previsto dal Produttore, le giunzioni dovranno essere lubrificate impiegando i prodotti consigliati dallo stesso (è assolutamente vietato l'uso di oli minerali); il tubo dovrà essere adagiato sul letto di posa, dopo avere accertato che lo stesso offra un appoggio costante ed uniforme per tutta la lunghezza; se necessario, una volta posati e giuntati, i tubi potranno essere deflessi nella giunzione fino alla massima angolazione consentita dalle specifiche caratteristiche dei giunti garantendo tuttavia, la perfetta tenuta idraulica.

8.2.1 Tubazioni in ghisa

La movimentazione dei tubi in ghisa deve essere effettuata sollevando i tubi o dalla parte centrale, per mezzo di "braghe" o "tenaglie" rivestite, o dalle estremità per mezzo di ganci ricoperti in gomma atti a non danneggiare il rivestimento cementizio interno, devono essere evitati urti che possano provocare delle deformazioni alle estremità lisce dei tubi e conseguenti distacchi dei rivestimenti interni.

Quando, nel corso di operazioni di posa delle condotte, sia necessario tagliare, fuori o dentro gli scavi, i tubi di ghisa, si provvederà con gli speciali tagliatubi indicati dalle case fornitrici di tubi; eseguito il taglio si effettueranno sulle estremità risultanti le operazioni di sbavatura, mentre, nel caso di tubi con giunto rapido si devono arrotondare i bordi esterni dell'estremità tagliata al fine di evitare il danneggiamento delle guarnizioni di gomma; deve, inoltre, essere effettuato il controllo della circolarità della sezione tagliata e di rettifica delle eventuale ovalizzazione con le modalità indicate dalle ditte fornitrici dei tubi.

Prima di procedere alla posa dei tubi, si provvederà alla pulizia interna degli stessi mediante ispezione visiva ed eventuale rimozione di sporco e/o corpi estranei presenti, successivamente si eseguirà la spruzzatura della superficie interna con ipoclorito di sodio (NaClO) al 15% diluito al 50% con acqua potabile, utilizzando idonei nebulizzatori.

Nell'unione dei tubi con giunto rapido si deve procedere alla pulizia dell'interno del bicchiere e dell'anello di tenuta in gomma, quindi si lubrificherà con l'apposita pasta la sede della guarnizione; particolare cura deve essere posta per l'inserimento di quest'ultima in modo tale che l'intradosso sia perfettamente circolare, non presenti rigonfiamenti o fuoriuscite. Successivamente si lubrificherà la superficie interna della guarnizione con la stessa pasta lubrificante.

La quantità di pasta impiegata deve essere quella strettamente necessaria a formare un leggero velo lubrificante; in sostituzione della pasta si può usare solo vaselina industriale con esclusione di qualsiasi altro prodotto.

Dopo aver tracciato la linea di fede per il controllo della penetrazione si lubrificherà l'estremità liscia del tubo, limitatamente al tratto da imboccare, si procederà all'imbocco controllando il centraggio e la coassialità dei tubi continui; saranno ammesse deviazioni angolari entro i limiti fissati dalla ditta fornitrice

dei tubi. Per l'inserimento del tubo nel bicchiere si userà normalmente un apparecchio di trazione tipo "TIRFORT" o, in alternativa, macchine operatrici ma in questo ultimo caso l'operazione deve essere effettuata con la cura e la gradualità necessaria a garantire la distanza di 5-10 mm. dal fondo bicchiere.

Se si dovessero verificare resistenze eccessive esse devono considerarsi anormali e dipendenti da un difettoso assetto della guarnizione nella sua sede, o da una smussatura non appropriata delle estremità lisce del tubo; in questo caso si estrarrà il tubo e si controllerà l'assetto della guarnizione o si migliorerà mediante mola o lima la geometria della smussatura.

Nell'unione dei tubi o raccordi con GIUNTO EXPRESS si deve scavare sotto al giunto una nicchia sufficientemente ampia da consentire l'avvitamento dei bulloni della parte inferiore del giunto; dopo aver imboccato l'estremità liscia nel bicchiere si deve verificare il centraggio e la coassialità, nonché controllare il grado di penetrazione riferendosi alla linea di fede tracciata precedentemente.

La guarnizione del giunto deve avere la superficie frontale ben assestata su tutta la circonferenza senza rigonfiamenti né fuori uscite.

Il serraggio dei dadi avverrà progressivamente per passate successive e su punti diametralmente opposti, mediante l'uso di chiave dinamometrica per il controllo della coppia di serraggio, che deve avere i valori indicati dalla ditta fornitrice del materiale.

8.2.2 Tubazioni in acciaio

Per quanto non specificato si rimanda alle prescrizioni per la posa in opera dei tubi in ghisa.

Il ripristino del rivestimento esterno sul giunto dei tubi di acciaio potrà essere eseguito con fasce di protezione anticorrosiva, lavorabili a freddo o a caldo, o prodotti termorestringenti, manicotti o fasce termorestringenti ed in generale prodotti compatibili con il rivestimento particolare del tubo.

Il rivestimento in polipropilene potrà essere completato nella zona del giunto dei tubi mediante resina epossidica o poliuretano, in riferimento alla norma DIN 30671, oppure mediante laminato in vetroresina.

Per il rivestimento esterno in malta cementizia il produttore dei tubi dovrà fornire in dotazione i materiali adatti per eventuali ripristini: malte colabili, fasce cementizie, ecc.

Il rivestimento esterno in polietilene deve essere realizzato con procedimento estruso a calza, secondo il procedimento a tre strati in conformità alla norma DIN 30670 ovvero alla UNI 9099. Il processo di estrusione deve prevedere l'applicazione di una mano di fondo a base epossidica, di un secondo strato di adesivo polimerico ed infine, di una guaina di polietilene stabilizzato.

Collegamento mediante bicchiere ad innesto

Prima del collegamento dei tubi, l'estremità dell'innesto ed il bicchiere saranno accuratamente puliti:

- l'anello di tenuta in gomma, già inserito nello stabilimento di produzione, dovrà essere spalmato con lubrificante, fornito dal produttore;
- l'estremità smussata del tubo verrà spinta nel bicchiere manualmente o con utensili adatti;

Per mezzo di un calibro si verificherà il corretto posizionamento dell'anello di tenuta. Il giunto finito verrà protetto con i materiali di ripristino del rivestimento forniti dal produttore secondo le specifiche del fabbricante.

Tipi di giunzioni

Le giunzioni dei tubi di acciaio possono essere:

- a flange, per tubazioni non interrate
- per saldatura di testa, per saldatura a bicchiere cilindrico, per saldatura a bicchiere sferico con camera d'aria
- a bicchiere con anello di tenuta in elastomero per trasporto di liquidi aggressivi.

Saldature

Prima della saldatura lo smusso di saldatura e l'estremità del tubo devono essere puliti, fino a una larghezza di circa 50 mm, utilizzando, ad esempio, per la pulitura spazzole rotanti. Per i tubi con rivestimento in malta cementizia, è consigliabile utilizzare la saldatura a cordone discendente. Nel caso di condotte per acque potabili non è necessario prevedere interventi di chiusura dell'intercapedine di saldatura per i tubi predisposti per saldatura di testa in quanto tale intercapedine si chiude spontaneamente, nel corso dell'esercizio, in seguito al deposito dei prodotti di reazione.

Nella posa in opera dei tubi in acciaio le saldature devono essere eseguite da personale specializzato in possesso di certificazione in conformità alla norma EN 287 (ex UNI 6918 e UNI 4633) rilasciata da Istituto o

Centro di formazione autorizzato.

L'appaltatore, se previsto dal progetto esecutivo, su richiesta della direzione dei lavori dovrà fornire dati circa le dimensioni dei cordoni di saldature, il numero di passate che costituiranno i cordoni, il tipo ed il calibro degli elettrodi da impiegare in ciascuna passata, la corrispondente corrente elettrica, le attrezzature ed impianti che propone di impiegare. Gli elettrodi impiegati, devono essere esclusivamente rivestiti di metallo d'apporto che presenti caratteristiche analoghe e compatibili con quelle del metallo base. Il tipo di elettrodi dovrà essere approvato dalla direzione dei lavori che ha facoltà di fare eseguire prove preventive. Ultimate le operazioni di saldatura devono essere costruiti con cura i rivestimenti protettivi della tubazione nella qualità e spessore uguale a quello esistente di fabbrica lungo il resto della tubazione.

8.3. Oneri comuni a tutte le tubazioni

Nella posa delle tubazioni, di qualsiasi natura esse siano, salvo diversa specifica indicazione, espressamente riportata nell'elenco dei prezzi, l'Appaltatore dovrà ritenersi compensato per i seguenti oneri:

- fornitura e posa di tutte le tubazioni;
- fornitura e posa di tutti i pezzi speciali e raccordi, di qualsiasi tipo, forma e dimensioni;
- tagli, sfridi e raccordo con i manufatti, compresa l'apertura dei fori necessari nelle pareti dei manufatti stessi e la successiva chiusura con malta cementizia dosata a ql 5,00 di cemento tipo 325;
- esecuzione di prove di tenuta e pressione con le modalità precedentemente fissate per ogni tipo di condotta.

8.4. Prove di tenuta

8.4.1 Condotte a gravità

Dopo l'ultimazione delle operazioni di posa dei singoli collettori si dovrà procedere alla prova di tenuta idraulica, in conformità alle disposizioni di cui al D.M. 12.12.1985 e con le modalità fissate dalla norma UNI EN 1610, punto 13.

La prove di tenuta, che dovranno interessare tutti i nuovi collettori, potranno, previa specifica autorizzazione del Direttore dei lavori, essere effettuate:

- con aria (metodo LD);
- con acqua (metodo W);

8.4.2 Metodo "LD":

I tempi di prova e le pressioni di collaudo per le tubazioni saranno quelli forniti dal prospetto 3 della citata norma UNI EN 1610.

Il tratto in collaudo, prima di essere portato alla pressione fissata dalla norma 3, dovrà essere sottoposto, per un tempo di 5', ad una pressione iniziale superiore del 10% di quella di cui al prospetto 3.

Il tratto di collaudo sarà considerato stagno qualora la perdita di pressione, misurata dopo il tempo di prova, risulti minore del D_p indicato nel sopraccitato prospetto 3.

8.4.3 Metodo "W":

Dopo avere isolato le estremità della condotta con cuscini di tenuta e riempito lentamente la stessa, partendo dal punto più depresso, per eliminare l'aria presente tramite la valvola di degasaggio, posta nel punto più alto, il tratto in collaudo sarà portato alla pressione di 50 kPa. Dopo un'ora di messa a regime si potrà iniziare il controllo delle perdite effettuando, sul piezometro collegato alla tubazione in collaudo, due letture alla distanza di 15'.

La condotta sarà considerata stagna qualora le perdite non superino in 15' il valore di 0,1 litri per metro quadrato di superficie bagnata.

Delle prove effettuate e dei relativi risultati verrà redatto apposito verbale.

L'onere delle prove, dell'approntamento delle relative apparecchiature e dei materiali necessari, compresa l'acqua, è a totale carico dell'Appaltatore in quanto compensato con il prezzo di elenco relativo alla posa delle tubazioni.

Qualora le prove fornissero risultati negativi, sarà in facoltà della Direzione lavori ordinare ispezioni televisive delle tratte interessate, a cura e spese dell'Appaltatore, il quale sarà, inoltre, obbligato a ripetere

le prove con le modalità fissate dallo stesso Direttore dei lavori.

8.4.4 Oneri comuni a tutte le condotte

Nell'esecuzione dei lavori di posa delle tubazioni, l'Appaltatore dovrà ritenersi compensato di tutti gli oneri di cui ai paragrafi precedenti e di quelli sotto riportati:

- oneri puntualizzati nei relativi negli articoli di descrizione del prezzo a corpo;
- tagli, sfridi, fornitura e posa di pezzi speciali di qualsiasi forma e dimensione per deviazioni piano altimetriche e per l'inserimento degli accessori idraulici previsti negli elaborati progettuali;
- oneri derivanti dall'applicazione delle norme e dall'impiego dei presidi necessari a garantire la sicurezza degli operai e di terzi;
- oneri e spese derivati dall'esecuzione delle prove di tenuta di cui ai paragrafi precedenti.

9. Malte

Le caratteristiche dei materiali da impiegare per la confezione delle malte ed i rapporti di miscela, dovranno corrispondere alle prescrizioni degli articoli di descrizione del prezzo a corpo ed alle eventuali indicazioni della Direzione lavori.

La resistenza alla penetrazione delle malte deve soddisfare alle Norme UNI 7927-78.

Le malte impiegate saranno, di norma, le seguenti:

- per muratura di mattoni, dosate con Kg 400 di cemento per mc di sabbia e passate al setaccio, ad evitare che i giunti tra i mattoni siano troppo ampi;
- per muratura di pietrame, dosate con Kg 350 di cemento per mc di sabbia; - per intonaci e stuccatura dei paramenti delle murature, con Kg. 500 di cemento per mc di sabbia.

Il dosaggio dei materiali e dei leganti sarà effettuato con mezzi meccanici suscettibili di esatta misurazione e controllo. Gli impasti saranno preparati limitatamente alle quantità necessarie per l'impiego immediato; gli impasti residui che non potessero avere immediato impiego, dovranno essere allontanati e trasportati a rifiuto.

10. Manufatti di ispezione in calcestruzzo

10.1. Prescrizioni generali

Salvo diversa e specifica indicazione, i manufatti da installare per l'ispezione dei collettori, per l'alloggiamento di alcuni accessori idraulici o per qualsiasi altra destinazione, saranno di tipo prefabbricato, a pianta circolare, quadrata o rettangolare in calcestruzzo, armato in relazione alle dimensioni degli stessi e comunque, dimensionati per sopportare le sollecitazioni previste per le strade di 1^a categoria ed a perfetta tenuta idraulica.

Anche le solette di copertura saranno dimensionate per sopportare le stesse condizioni di carico previste per i manufatti; dovranno essere dotate di foro per l'ispezione di diametro mai inferiore a mm 600 e la quota di estradosso delle stesse, a lavori ultimati, dovrà corrispondere a quanto fissato negli elaborati progettuali; il Direttore dei lavori avrà, comunque, sempre facoltà di ordinare modalità e quote di interrimento diverse. Nel caso di installazione su sedi stradali o, a qualsiasi titolo carrabili, fatte salve eventuali prescrizioni imposte dall'Ente proprietario, l'estradosso delle solette di copertura dovrà risultare dovrà risultare, a lavori ultimati, ad una profondità non inferiore a cm 25 e non superiore a cm 40, rispetto alla quota dei piani finiti.

10.2. Pozzetti in genere

10.2.1 Caratteristiche costruttive

I pozzetti prefabbricati per qualsiasi altra destinazione, diversa dall'ispezione dei collettori, saranno, in genere a pianta quadrata, delle dimensioni interne conformi alle specifiche progettuali, ottenuti con calcestruzzo di cemento tipo 425 Portland (con cementi ad alta resistenza ai solfati ARS), classe di resistenza

caratteristica $R_{ck} > 40$ Mpa e spessore delle pareti dimensionate per sopportare le sollecitazioni derivanti dal terreno di contorno e dai carichi sovrastanti.

Tutti gli elementi dovranno essere dotati di bicchiere o incastri a maschio/femmina, destinati ad alloggiare le guarnizioni in neoprene o in poliuretano espanso impregnato di miscela bituminosa, idonee a garantirne la perfetta tenuta idraulica.

10.2.2 Oneri

Per la posa dei pozzetti in genere l'Appaltatore dovrà ritenersi compensato, di tutti gli oneri per:

oneri puntualizzati nei relativi articoli di descrizione del prezzo a corpo;

- applicazione delle norme ed impiego dei presidi indispensabili a garantire la sicurezza degli operai e di terzi.
- formazione dei fori di immissione di collettori secondari o allacciamenti alle utenze, da eseguire con le modalità esposte nel paragrafo precedente, compresa la fornitura e posa delle relative guarnizioni di tenuta a più labbri del diametro richiesto;
- fornitura e posa dei vari elementi dei pozzetti;

Rimangono esclusi gli oneri relativi alla eventuale esecuzione di sottofondo in calcestruzzo ed alla fornitura e posa dei chiusini in ghisa.

Tutti i manufatti da realizzare, salvo diversa indicazione del Direttore dei lavori o dell'elenco dei prezzi, dovranno essere di tipo prefabbricato in calcestruzzo. Le dimensioni interne, variabili a seconda del tipo di destinazione, saranno le seguenti:

- per ispezione, incrocio e testata: su tubazioni in calcestruzzo vibrocompresso, altezza e dimensioni variabili a seconda delle esigenze, dimensionati per sopportare i carichi previsti per le strade di prima categoria. Costituito da elementi componibili. Compreso chiusini in ghisa sferoidale.
- per pozzi di installazione impianto di sollevamento. Idem come alla descrizione precedente, delle dimensioni ed altezza riportati nella tavola grafica allegata.

11. Posa dei chiusini in ghisa

La superficie superiore dei chiusini, a posa avvenuta, dovrà trovarsi alla quota esatta dei piani stradali finiti. Tale quota dovrà essere raggiunta esclusivamente tramite l'utilizzo di appositi anelli raggiunti quota prefabbricati in calcestruzzo, legati con malta di cemento dosata a kg 500; nella sopraelevazione dei chiusini, è tassativamente vietato l'impiego di elementi in laterizio, pietre o cocci. Prima della posa, la superficie di appoggio dovrà essere accuratamente pulita, bagnata e quindi, posta su un letto di malta dosata a kg 500 di cemento tipo 325, sul quale sarà quindi appoggiato il telaio; ultimate le operazioni sopradescritte, tanto gli elementi di sopraelevazione quanto il telaio, dovranno essere solidamente immorsati mediante il getto di una corona in calcestruzzo $R_{ck} 25$ N/mm², spessore medio cm 15.

I chiusini non potranno essere sottoposti a traffico prima che siano trascorse 24 ore dalla loro posa.

In ordine alle modalità di posa, con particolare riguardo all'orientamento, dovrà essere tassativamente rispettata la seguente prescrizione: la posa dovrà avvenire in modo che l'asse passante per la cerniera ed il dispositivo di apertura sia parallelo a quello stradale e che l'apertura dei chiusini avvenga in senso contrario al flusso veicolare della corsia di marcia interessata dalla posa stessa.

Dovrà infine essere preso ogni altro accorgimento per evitare l'oscillamento dei chiusini ed il conseguente rumore.

12. Conglomerato cementizio semplice o armato

12.1. Norme di riferimento.

Norme Tecniche per Costruzioni DM 14/09/05
Linee guida per il calcestruzzo preconfezionato
Linee guida sul calcestruzzo strutturale
Linee guida sui calcestruzzi strutturali ad alta resistenza

UNI EN 206-1	Calcestruzzo, Specificazione, prestazione, produzione e conformità
UNI 11104	Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1
UNI EN 197-1	Cemento - Parte 1: Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni
UNI 9156	Cementi resistenti ai solfati
ISO 9001:2000	Sistema di gestione per la qualità. Requisiti
D.P.R. 246/93	Marcatura CE aggregati utilizzati per i calcestruzzi
UNI EN 12620	Aggregati per calcestruzzo
UNI 8520 Parte 1 e 2	Aggregati per calcestruzzo-Istruzioni complementari per l'applicazione in Italia della norma UNI-EN 12620 - Requisiti
UNI EN 1008:2003	Acqua d'impasto per il calcestruzzo
UNI EN 934-2	Additivi per calcestruzzo
UNI EN 450	Ceneri volanti per calcestruzzo
UNI-EN 13263 parte 1 e 2	Fumi di silice per calcestruzzo
UNI EN 12350-2	Determinazione dell'abbassamento al cono
UNI EN 12350-5	Determinazione dello spandimento alla tavola a scosse
UNI EN 12350-7	Misura del contenuto d'aria sul calcestruzzo fresco
UNI 7122	Calcestruzzo fresco. Determinazione della quantità di acqua d'impasto essudata
UNI EN 12390 Parte 1, 2, 3 e 4	Procedura per il confezionamento dei provini destinati alla valutazione della resistenza meccanica a compressione
prEN 13791	Valutazione della resistenza meccanica a compressione del calcestruzzo (in situ) della struttura in opera
UNI EN 12504-1	Prove sul calcestruzzo nelle strutture. Carote: valutazione della resistenza a compressione
EN 10080 Ed. maggio 2005	Acciaio per cemento armato
UNI EN ISO 15630 -1/2	Acciai per cemento armato: Metodi di prova
EUROCODICE 2- UNI ENV 1992	Progettazione delle strutture in c.a.
UNI ENV 13670-1	Execution of structures
UNI 8866	Disarmanti

12.2. Caratteristiche dei materiali

12.2.1 Cementi

Tutti i manufatti in c.a. e c.a.p. potranno essere eseguiti impiegando unicamente cementi provvisti di attestato di conformità CE che soddisfino i requisiti di accettazione previsti dalla norma UNI EN 197-1.

Qualora vi sia l'esigenza di eseguire getti massivi, al fine di limitare l'innalzamento della temperatura all'interno del getto in conseguenza della reazione di idratazione del cemento, sarà opportuno utilizzare cementi a basso calore LH contemplati dalla norma UNI EN 197-1.

Se è prevista una classe di esposizione XA, secondo le indicazioni della norma UNI EN 206 e UNI 11104, conseguente ad un'aggressione di tipo solfatico o di dilavamento della calce, sarà necessario utilizzare cementi resistenti ai solfati o alle acque dilavanti in accordo con la UNI 9156 o la UNI 9606.

Per getti di calcestruzzo in sbarramenti di ritenuta di grandi dimensioni si dovranno utilizzare cementi di cui all'art. 1 lett C della legge 595 del 26 maggio 1965 o, al momento del recepimento nell'ordinamento italiano, cementi a bassissimo calore di idratazione VHL conformi alla norma UNI EN 14216.

Controlli sul cemento

Controllo della documentazione

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

Tutte le forniture di cemento devono essere accompagnate dall'attestato di conformità CE (se previsto). E' possibile in alternativa una dichiarazione periodica del produttore del cemento, contenente l'elenco dei DDT relativi ai lotti consegnati al produttore di calcestruzzo e l'attestato di conformità CE., da inoltrare da parte dell'impresa esecutrice al Direttore dei Lavori.

Le forniture effettuate da un intermediario, ad esempio un importatore, dovranno essere accompagnate dall'Attestato di Conformità CE rilasciato dal produttore di cemento e completato con i riferimenti ai DDT dei lotti consegnati dallo stesso intermediario.

Il Direttore dei Lavori è tenuto a verificare periodicamente quanto sopra indicato, in particolare la corrispondenza del cemento consegnato, come rilevabile dalla documentazione anzidetta, con quello previsto nel Capitolato Speciale di Appalto e nella documentazione o elaborati tecnici specifici.

Il Direttore dei lavori potrà richiedere, inoltre, per i cementi marcati CE, una caratterizzazione periodica del produttore di cemento riportante i valori medi delle prove di autocontrollo sui requisiti della norma EN 197-1.

Nel caso di getti in calcestruzzo per sbarramenti di ritenuta, le disposizioni del presente articolo si applicano assumendo, in luogo dell'Attestato di Conformità CE, una attestazione di conformità all'art. 1 lett. c della legge 595 del 26 maggio 1965 rilasciata dal produttore di cemento.

Controllo di accettazione.

Il Direttore dei Lavori potrà richiedere controlli di accettazione sul cemento in arrivo in cantiere.

Il prelievo del cemento dovrà avvenire al momento della consegna in conformità alla norma UNI EN 196-7.

L'impresa dovrà assicurarsi, prima del campionamento, che il sacco da cui si effettua il prelievo sia in perfetto stato di conservazione o, alternativamente, che l'autobotte sia ancora munita di sigilli; è consigliabile avere presente al campionamento un rappresentante del produttore di cemento.

Il controllo di accettazione di norma potrà avvenire ogni 5.000 ton di cemento consegnato.

Il campione di cemento prelevato sarà suddiviso in almeno tre parti di cui una verrà inviata ad un Laboratorio Ufficiale di cui all'art 59 del DPR n° 380/2001 scelto dalla Direzione Lavori, un'altra è a disposizione dell'impresa e la terza rimarrà custodita, in un contenitore sigillato, per eventuali controprove.

12.2.2 Aggiunte

Per le aggiunte di tipo I si farà riferimento alla norma UNI EN 12620.

Per le aggiunte di tipo II si farà riferimento alla UNI 11104 punto 4.2 e alla UNI EN 206-1 punto 5.1.6 e punto 5.2.5.

La conformità delle aggiunte alle relative norme dovrà essere dimostrata in fase di verifica preliminare delle miscele (controllo di conformità) e, in seguito, ogni qualvolta la D.L. ne faccia richiesta.

Ceneri volanti

Le ceneri provenienti dalla combustione del carbone, ai fini dell'utilizzazione nel calcestruzzo come aggiunte di tipo II, devono essere conformi alla UNI EN 450. Le ceneri non conformi alla UNI EN 450, ma conformi alla UNI EN 12620 possono essere utilizzate nel calcestruzzo come aggregato.

Ai fini del calcolo del rapporto a/c equivalente il coefficiente K per le ceneri conformi alla UNI-EN 450, definito al punto 5.2.5.2 della UNI-EN 206-1 verrà desunto in accordo al prospetto 3 della UNI 11104, qui di seguito riportato per comodità.

prospetto 3 Valori del coefficiente k per ceneri volanti conformi alla UNI EN 450

Tipo di cemento	Classi di resistenza	Valori di k
CEM I	32.5 N, R	0,2
CEM I	42.5 N, R 52.5 N, R	0,4
CEM II A	32.5 N, R 42.5 N, R	0,2
CEM III A	32.5 N, R 42.5 N, R	0,2
CEM IV A	32.5 N, R 42.5 N, R	0,2
CEM V A	32.5 N, R 42.5 N, R	0,2

Fumo di silice

I fumi di silice provenienti dalle industrie che producono il silicio metallico e le leghe ferro-silicio, ai fini dell'utilizzazione nel calcestruzzo come aggiunte di tipo II, devono essere conformi alla UNI EN 13263 parte 1 e 2.

Il fumo di silice può essere utilizzato allo stato naturale (in polvere così come ottenuto all'arco elettrico), come sospensione liquida ("slurry") di particelle con contenuto secco del 50% in massa oppure in sacchi di premiscelato contenenti fumo di silice e additivo superfluidificante. Se impiegato in forma di slurry il quantitativo di acqua apportato dalla sospensione contenente fumo di silice dovrà essere tenuto in conto nel calcolo del rapporto acqua/cemento equivalente (paragrafo 3.3).

In deroga a quanto riportato al punto 5.2.5.2.3 della norma UNI-EN 206 la quantità massima di fumo di silice che può essere considerata agli effetti del rapporto acqua/cemento equivalente e del contenuto di cemento deve soddisfare il requisito:

$$\text{fumo di silice} \leq 7\% \text{ rispetto alla massa di cemento.}$$

Ai fini del calcolo del rapporto a/c equivalente il coefficiente k verrà desunto dal prospetto seguente che deve intendersi generalmente riferito a fumi di silice utilizzati nel confezionamento di calcestruzzi impiegando esclusivamente con cementi tipo I e CEM II-A di classe 42,5 e 42,5R conformi alla UNI EN 197-1:

- per un rapporto acqua/cemento prescritto $\leq 0,45$ $k = 2,0$
- per un rapporto acqua/cemento prescritto $> 0,45$ $k = 2,0$
 $k = 1,0$ (classi di esposizione XC e XF)

La quantità (cemento + k * quantità fumo di silice) non deve essere minore del dosaggio minimo di cemento richiesto ai fini della durabilità in funzione della classe (delle classi) di esposizione ambientale in cui la struttura ricade.

L'impiego di fumo di silice con cementi diversi da quelli sopramenzionati è subordinato all'approvazione preliminare della D.L.

12.2.3 Aggregati

1. Gli aggregati utilizzabili, ai fini del confezionamento del calcestruzzo, debbono possedere marcatura CE secondo D.P.R. 246/93 e successivi decreti attuativi.
2. Gli aggregati debbono essere conformi ai requisiti della normativa UNI 8520-2 con i relativi riferimenti alla destinazione d'uso del calcestruzzo.
3. La massa volumica media del granulo in condizioni s.s.a. deve essere pari o superiore a 2300 kg/m³. A questa prescrizione si potrà derogare solo in casi di comprovata impossibilità di approvvigionamento locale, purché si continuino a rispettare le prescrizioni in termini di resistenza caratteristica a compressione e di

durabilità specificati nel paragrafo 3.8. Per opere caratterizzate da un elevato rapporto superficie/volume, laddove assume un'importanza predominante la minimizzazione del ritiro igrometrico del calcestruzzo occorrerà preliminarmente verificare che l'impiego di aggregati di minore massa volumica non determinino un incremento del ritiro rispetto ad un analogo conglomerato confezionato con aggregati di massa volumica media maggiore di 2300 Kg/m³. Per i calcestruzzi con classe di resistenza caratteristica a compressione maggiore di C50/60 preferibilmente dovranno essere utilizzati aggregati di massa volumica maggiore di 2600 kg/m³.

4. Gli aggregati dovranno rispettare i requisiti minimi imposti dalla norma UNI 8520 parte 2 relativamente al contenuto di sostanze nocive. In particolare:

- il contenuto di solfati solubili in acido (espressi come SO₃ da determinarsi con la procedura prevista dalla UNI-EN 1744-1 punto 12) dovrà risultare inferiore allo 0.2% sulla massa dell'aggregato indipendentemente se l'aggregato è grosso oppure fine (aggregati con classe di contenuto di solfati AS0,2);
- il contenuto totale di zolfo (da determinarsi con UNI-EN 1744-1 punto 11) dovrà risultare inferiore allo 0.1%;
- non dovranno contenere forme di silice amorfa alcali-reattiva o in alternativa dovranno evidenziare espansioni su prismi di malta, valutate con la prova accelerata e/o con la prova a lungo termine in accordo alla metodologia prevista dalla UNI 8520-22, inferiori ai valori massimi riportati nel prospetto 6 della UNI 8520 parte 2.

5. Aggregati di riciclo

In attesa di specifiche normative sugli aggregati di riciclo è consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo i limiti di cui alla Tabella che segue, a condizione che il calcestruzzo possenga i requisiti reologici, meccanici e di durabilità di cui al paragrafo 3.3. Per tali aggregati, le prove di controllo di produzione in fabbrica saranno effettuate secondo i prospetti H1, H2 ed H3 dell'annesso ZA della norma UNI EN 12620; per le parti rilevanti, devono essere effettuate ogni 100 ton di aggregato prodotto e, comunque, negli impianti di riciclo, per ogni giorno di produzione.

Origine del materiale da riciclo	Rck [MPa]	Percentuale di impiego
demolizioni di edifici (macerie)	< 15	fino al 100%
demolizioni di solo cls e c.a.	≤ 35	≤ 30%
	≤ 25	fino al 60%
riutilizzo interno negli stabilimenti di prefabbricazione qualificati	≤ 55	fino al 5%

Al fine di individuare i requisiti chimico-fisici aggiuntivi rispetto a quelli fissati per gli aggregati naturali, che gli aggregati riciclati devono rispettare, in funzione della destinazione finale del calcestruzzo e delle sue proprietà prestazionali, occorrerà fare specifico riferimento alla UNI 8520 parti 1 e 2.

12.2.4 Acqua di impasto

Per la produzione del calcestruzzo dovranno essere impiegate le acque potabili e quelle di riciclo conformi alla UNI EN 1008/2003.

12.2.5 Additivi

Gli additivi per la produzione del calcestruzzo devono possedere la marcatura CE ed essere conformi, in relazione alla particolare categoria di prodotto cui essi appartengono, ai requisiti imposti dai rispettivi prospetti della norma UNI EN 934 (parti 2, 3, 4, 5). Per gli altri additivi che non rientrano nelle classificazioni della norma si dovrà verificarne l'idoneità all'impiego in funzione dell'applicazione e delle proprietà richieste per il calcestruzzo. E' onere del produttore di calcestruzzo verificare preliminarmente i dosaggi ottimali di additivo per conseguire le prestazioni reologiche e meccaniche richieste oltre che per valutare eventuali effetti indesiderati. Per la produzione degli impasti, si consiglia l'impiego costante di additivi fluidificanti/riduttori di acqua o superfluidificanti/riduttori di acqua ad alta efficacia per limitare il

contenuto di acqua di impasto, migliorare la stabilità dimensionale del calcestruzzo e la durabilità dei getti. Nel periodo estivo si consiglia di impiegare specifici additivi capaci di mantenere una prolungata lavorabilità del calcestruzzo in funzione dei tempi di trasporto e di getto.

Per le riprese di getto si potrà far ricorso all'utilizzo di ritardanti di presa e degli adesivi per riprese di getto.

Nel periodo invernale al fine di evitare i danni derivanti dalla azione del gelo, in condizioni di maturazione al di sotto dei 5°C, si farà ricorso, oltre che agli additivi superfluidificanti, all'utilizzo di additivi acceleranti di presa e di indurimento privi di cloruri.

Per i getti sottoposti all'azione del gelo e del disgelo, si farà ricorso all'impiego di additivi aeranti come prescritto dalle normative UNI EN 206 e UNI 11104.

Di seguito viene proposto uno schema riassuntivo per le varie classi di additivo in funzione delle classi di esposizione

	Rck min	A/C max	WR/SF	AE	HE*	SRA	IC
X0	15	0,60					
XC1 – XC2	30	0,60	X				
XF1	40	0,50	X		X	X	
XF2	30	0,50	X	X	X	X	X
XF3	30	0,50	X	X	X	X	
XF4	35	0,45	X	X	X	X	X
XA1-XC3-XD1	35	0,55	X			X	X
XS1-XC4-XA2-XD2	40	0,50	X			X	X
XS2-XS3-XA3-XD3	45	0,45	X			X	X

Dove:

WR/SF:	fluidificanti/superfluidificanti
AE:	Aeranti
HE:	Acceleranti (solo in condizioni climatiche invernali)
SRA:	additivi riduttori di ritiro
IC:	inibitori di corrosione.

12.2.6 Acciaio

L'acciaio da cemento armato ordinario comprende:

- barre d'acciaio tipo B450C (6 mm ≤ Ø ≤ 50 mm), rotoli (6 mm ≤ Ø ≤ 16 mm);
- prodotti raddrizzati ottenuti da rotoli ammessi senza limitazioni con diametri ≤ 16mm;
- reti elettrosaldate;
- tralicci elettrosaldati.

Ognuno di questi prodotti deve rispondere alle caratteristiche richieste dalle Norme Tecniche per le Costruzioni, D.M.14-06-2005, che specifica le caratteristiche tecniche che devono essere verificate, i metodi di prova, le condizioni di prova e il sistema per l'attestazione di conformità per gli acciai destinati alle costruzioni in cemento armato che ricadono sotto la Direttiva Prodotti CPD (89/106/EC).

L'acciaio deve essere qualificato all'origine, deve portare impresso, ove prescritto dalle suddette norme, il marchio indelebile che lo renda costantemente riconoscibile e riconducibile inequivocabilmente allo stabilimento di produzione.

Requisiti

Saldabilità e composizione chimica

La composizione chimica deve essere in accordo con quanto specificato nella tabella seguente:

Capitolato Speciale d'appalto – Norme Tecniche

	CARBONIO ^a max	ZOLFO max	FOSFORO max	AZOTO ^b max	RAME max	CARBONIO EQUIVALENTE ^a max
ANALISI SU COLATA	0,22	0,050	0,050	0,012	0,80	0,50
ANALISI SU PRODOTTO	0,24	0,055	0,055	0,014	0,85	0,52

Tabella 1 – Composizione chimica secondo DM 14/09/2005

E' permesso superare il valore massimo di carbonio per massa nel caso in cui il valore equivalente del carbonio venga diminuito dello 0,02% per massa. Sono permessi valori superiori di azoto se sono presenti quantità sufficienti di elementi che fissano l'azoto.

Proprietà meccaniche

Le proprietà meccaniche devono essere in accordo con quanto specificato in EN 10080 e nelle Norme Tecniche per le Costruzioni del 14/09/2005.

Proprietà	Valore caratteristico
f_y (N/mm ²)	$\geq 450 \alpha$
f_t (N/mm ²)	$\geq \alpha \alpha \alpha \alpha \alpha$
f_t/f_y	$\geq \alpha \alpha \alpha \alpha \alpha \alpha \alpha \alpha$ $\leq \alpha \alpha \alpha \alpha \alpha \alpha \alpha \alpha$
A_{gt} (%)	$\geq \alpha \alpha \alpha \alpha \alpha \alpha$
$f_y/f_{y,nom}$	$\leq \alpha \alpha \alpha \alpha \alpha \alpha$
α	valore caratteristico con $p = 0,95$
α	valore caratteristico con $p = 0,90$

Tabella 2 – Proprietà meccaniche secondo il D.M. 14/09/2005

In aggiunta a quanto sopra riportato si possono richiedere le seguenti caratteristiche aggiuntive Tipo SISMIC:

Proprietà	Valore caratteristico
Resistenza a fatica assiale	2 milioni di cicli
Resistenza a fatica oligociclica	3 cicli/sec con deformazione $\pm 4\%$
Idoneità al raddrizzamento dopo piega	Integrità
Controllo radiometrico	superato, ai sensi del D.Lgs. 230/1995 D. Lgs. 241/2000

Tabella 3 – Proprietà aggiuntive

Prova di piega e raddrizzamento

In accordo con quanto specificato nel DM 14/09/2005, è richiesto il rispetto dei limiti seguenti.

DIAMETRO NOMINALE (d) mm	DIAMETRO MASSIMO DEL MANDRINO
$\emptyset < 12$	4d
$12 \leq \emptyset \leq 16$	5d
$16 < \emptyset \leq 25$	8 d
$25 < \emptyset \leq 50$	10 d

Tabella 4 – Diametri del mandrino ammessi per la prova di piega e raddrizzamento

Resistenza a fatica

La proprietà di resistenza a fatica deve essere determinata secondo UNI EN 15630.

Il valore della tensione σ_{\max} sarà 270 N/mm² (0,6 f_y , nom). L'intervallo delle tensioni, 2σ deve essere pari a 150 N/mm² per le barre dritte o ottenute da rotolo e 100 N/mm² per le reti elettrosaldate. Il campione deve sopportare un numero di cicli pari a 2×10^6 .

Resistenza a fatica oligociclica

La proprietà di resistenza al carico ciclico deve essere determinata sottoponendo il campione a tre cicli completi di isteresi simmetrica con una frequenza da 1 a 3 Hz e con lunghezza libera entro gli afferraggi e con deformazione massima di trazione e compressione seguente :

Diametro nominale (mm)	Lunghezza libera	Deformazione (%)
$d \leq 16$	5 d	± 4
$16 < 25$	10 d	$\pm 2,5$
$25 \leq d$	15 d	$\pm 1,5$

Tabella 5

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

Diametri e sezioni equivalenti

Il valore del diametro nominale deve essere concordato all'atto dell'ordine. Le tolleranze devono essere in accordo con il DM 14/09/2005.

Diametro nominale (mm)	Da 6 a ≤ 8	Da > 8 a ≤ 50
Tolleranza in % sulla sezione	± 6	$\pm 4,5$

Tabella 6 – Diametri nominali e tolleranze

Aderenza e geometria superficiale

I prodotti devono avere una superficie nervata in accordo con il DM 14/09/2005. L'indice di aderenza I_r deve essere misurato in accordo a quanto riportato nel paragrafo 11.2.2.10.4 del D.M. 14/09/2005. I prodotti devono aver superato le prove di Beam Test effettuate presso un Laboratorio Ufficiale (Legge 1086).

Diametro nominale (mm)	I_r
$5 \leq \varnothing \leq 6$	0.048
$6 < \varnothing \leq 8$	0.055
$8 < \varnothing \leq 12$	0.060
$\varnothing > 12$	0.065

Tabella 7 – Valori dell'indice I_r in funzione del diametro

Controlli sull'acciaio

Controllo della documentazione

In cantiere è ammessa esclusivamente la fornitura e l'impiego di acciai saldabili e ad aderenza migliorata, qualificati secondo le procedure indicate nel D.M. 14/09/2005 al punto 11.2.1 e controllati con le modalità riportate nei punti 11.2.2.10 e 11.2.3.5 del citato decreto.

Tutte le forniture di acciaio devono essere accompagnate dell'attestato di qualificazione rilasciato dal Consiglio Superiore dei LL.PP. - Servizio Tecnico Centrale.

Inoltre può essere richiesta la seguente documentazione aggiuntiva :

- certificato di conformità tipo 3.1 in conformità alla norma UNI EN 10204;
- certificato Sistema Gestione Qualità UNI EN ISO 9001;
- certificato Sistema Gestione Ambientale UNI EN ISO 14001;
- Dichiarazione di conformità al controllo radiometrico;

- Polizza assicurativa per danni derivanti dal prodotto.

Le forniture effettuate da un commerciante o da un trasformatore intermedio dovranno essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante o trasformatore intermedio. In quest'ultimo caso per gli elementi presaldati, presagomati o preassemblati in aggiunta agli attestati di qualificazione dovranno essere consegnati i certificati delle prove fatte eseguire dal Direttore del Centro di Trasformazione. Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore intermedio devono essere dotati di una specifica marcatura che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso, in aggiunta alla marcatura del prodotto di origine.

Il Direttore dei Lavori prima della messa in opera è tenuto a verificare quanto sopra indicato; in particolare dovrà provvedere a verificare la rispondenza tra la marcatura riportata sull'acciaio con quella riportata sui certificati consegnati. La mancata marcatura, la non corrispondenza a quanto depositato o la sua illeggibilità, anche parziale, rendono il prodotto non impiegabile e pertanto le forniture dovranno essere rifiutate.

Controllo di accettazione

Il Direttore dei Lavori è obbligato ad eseguire i controlli di accettazione sull'acciaio consegnato in cantiere, in conformità con le indicazioni contenute nel D.M. 14/09/2005 al punto 11.2.2.10.3.

Il campionamento ed il controllo di accettazione dovrà essere effettuato entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale.

All'interno di ciascuna fornitura consegnata e per ogni diametro delle barre in essa contenuta, si dovrà procedere al campionamento di tre spezzoni di acciaio di lunghezza complessiva pari a 100 cm ciascuno, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario i controlli devono essere estesi agli altri diametri della partita. Non saranno accettati quei fasci di acciaio contenenti barre di differente marcatura.

Il prelievo dei campioni in cantiere e la consegna al Laboratorio Ufficiale incaricato dei controlli verrà effettuato dal Direttore dei Lavori o di un tecnico da lui delegato; la consegna delle barre di acciaio campionate, identificate mediante sigle o etichettature indelebili, dovrà essere accompagnata da una richiesta di prove sottoscritta dal Direttore dei Lavori.

La domanda di prove al Laboratorio Ufficiale dovrà essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori e dovrà inoltre contenere precise indicazioni sulla tipologia di opera da realizzare (pilastro, trave, muro di sostegno, ecc...).

Il controllo del materiale, eseguito in conformità alle prescrizioni del punto 11.2.2.3 di cui al precedente Decreto, riguarderà le proprietà meccaniche di resistenza e di allungamento.

Caratteristica	Valore Limite	Note
<i>f_y minimo</i>	425 N/mm ²	(450 – 25) N/mm ²
<i>f_y massimo</i>	572 N/mm ²	[450x(1.25+0.02)] N/mm ²
<i>Agt minimo</i>	≥ 5.0%	Per acciai laminati a caldo
<i>Rottura/snervamento</i>	1.11 < f _t /f _y < 1.37	Per acciai laminati a caldo
<i>Piegamento/raddrizzamento</i>	assenza di cricche	Per tutti

Tabella 8 – Valori limite per prove acciaio

Qualora la determinazione del valore di una quantità fissata in termini di valore caratteristico crei una controversia, il valore dovrà essere verificato prelevando e provando tre provini da prodotti diversi nel lotto consegnato.

Se un risultato è minore del valore caratteristico prescritto, sia il provino che il metodo di prova devono essere esaminati attentamente. Se nel provino è presente un difetto o si ha ragione di credere che si sia verificato un errore durante la prova, il risultato della prova stessa deve essere ignorato. In questo caso occorrerà prelevare un ulteriore (singolo) provino.

Se i tre risultati validi della prova sono maggiori o uguali del prescritto valore caratteristico, il lotto consegnato deve essere considerato conforme.

Se i criteri sopra riportati non sono soddisfatti, dieci ulteriori provini devono essere prelevati da prodotti diversi del lotto in presenza del produttore o suo rappresentante che potrà anche assistere all'esecuzione delle prove presso un laboratorio di cui all'art.59 del D.P.R. n.380/2001.

Il lotto deve essere considerato conforme se la media dei risultati sui 10 ulteriori provini è maggiore del valore caratteristico e i singoli valori sono compresi tra il valore minimo e il valore massimo secondo quanto sopra riportato. In caso contrario il lotto deve essere respinto.

Qualora all'interno della fornitura siano contenute anche reti elettrosaldate, il controllo di accettazione dovrà essere esteso anche a questi elementi. In particolare, a partire da tre differenti reti elettrosaldate verranno prelevati 3 campioni di dimensioni 100*100 cm.

Il controllo di accettazione riguarderà la prova di trazione su uno spezzone di filo comprendente almeno un nodo saldato, per la determinazione della tensione di rottura, della tensione di snervamento e dell'allungamento; inoltre, dovrà essere effettuata la prova di resistenza al distacco offerta dalla saldatura del nodo.

I controlli in cantiere sono facoltativi quando il prodotto utilizzato proviene da un Centro di trasformazione o luogo di lavorazione delle barre, nel quale sono stati effettuati tutti i controlli descritti in precedenza. In quest'ultimo caso, la spedizione del materiale deve essere accompagnata dalla certificazione attestante l'esecuzione delle prove di cui sopra.

Resta nella discrezionalità del Direttore dei Lavori effettuare tutti gli eventuali ulteriori controlli ritenuti opportuni (es. indice di aderenza, saldabilità).

Lavorazioni in cantiere – Raggi minimi di curvatura

Il diametro minimo di piegatura deve essere tale da evitare fessure nella barra dovute alla piegatura e rottura del calcestruzzo nell'interno della piegatura.

Per definire i valori minimi da adottare ci si riferisce alle prescrizioni contenute nell'Eurocodice 2 paragrafo 8.3 "Diametri ammissibili dei mandrini per barre piegate"; in particolare si ha:

Diametro barra	Diametro minimo del mandrino per piegature, uncini e ganci
$\phi \leq 16 \text{ mm}$	4 ϕ
$\phi > 16 \text{ mm}$	7 ϕ

Tabella 9 – Diametri ammissibili dei mandrini per barre piegate

Deposito e conservazione in cantiere

Alla consegna in cantiere, l'Impresa appaltatrice avrà cura di depositare l'acciaio in luoghi protetti dagli agenti atmosferici. In particolare, per quei cantieri posti ad una distanza inferiore a 2 Km dal mare, le barre di armatura dovranno essere protette con appositi teli dall'azione dell'aerosol marino.

12.3. Caratteristiche del calcestruzzo allo stato fresco e indurito

12.3.1 Leganti bituminosi

Si fa riferimento alle Norme Tecniche per le Costruzioni del 14/09/2005. In particolare, relativamente alla resistenza caratteristica convenzionale a compressione il calcestruzzo verrà individuato mediante la simbologia C (X/Y) dove X è la resistenza caratteristica a compressione misurata su provini cilindrici (fck) con rapporto altezza/diametro pari a 2 ed Y è la resistenza caratteristica a compressione valutata su provini cubici di lato 150 mm (Rck).

Reologia degli impasti e granulometria degli aggregati

Per il confezionamento del calcestruzzo dovranno essere impiegati aggregati appartenenti a non meno di due classi granulometriche diverse. La percentuale di impiego di ogni singola classe granulometrica verrà stabilita dal produttore con l'obiettivo di conseguire i requisiti di lavorabilità e di resistenza alla segregazione di cui ai paragrafi 3.4 e 3.5 che seguono. La curva granulometrica ottenuta dalla combinazione degli aggregati disponibili, inoltre, sarà quella capace di soddisfare le esigenze di posa in opera richieste

dall'impresa (ad esempio, pompabilità), e quelle di resistenza meccanica a compressione e di durabilità richieste per il conglomerato.

La dimensione massima dell'aggregato dovrà essere non maggiore di $\frac{1}{4}$ della sezione minima dell'elemento da realizzare, dell'interferro ridotto di 5 mm, dello spessore del copriferro aumentato del 30% (in accordo anche con quanto stabilito dagli Eurocodici).

Rapporto acqua/cemento:

Il quantitativo di acqua efficace da prendere in considerazione nel calcolo del rapporto a/c equivalente è quello realmente a disposizione dell'impasto, dato dalla somma di:

(aaggr) => quantitativo di acqua ceduto o sottratto dall'aggregato se caratterizzato rispettivamente da un tenore di umidità maggiore o minore dell'assorbimento (tenore di umidità che individua la condizione di saturo a superficie asciutta);

(aadd) => aliquota di acqua introdotta tramite gli additivi liquidi (se utilizzati in misura superiore a 3 Kg/m³) o le aggiunte minerali in forma di slurry;

(agh) => aliquota di acqua introdotta tramite l'utilizzo di chips di ghiaccio;

(am) => aliquota di acqua introdotta nel mescolatore/betoniera;

ottenendo la formula:

Il rapporto acqua/cemento sarà quindi da considerarsi come un rapporto acqua/cemento equivalente individuato dall'espressione più generale:

nella quale vengono considerate le eventuali aggiunte di ceneri volanti o fumi di silice all'impasto nell'impianto di betonaggio.

I termini utilizzati sono:

c => dosaggio per m³ di impasto di cemento;

cv => dosaggio per m³ di impasto di cenere volante;

fs => dosaggio per m³ di impasto di fumo di silice;

Kcv; Kfs => coefficienti di equivalenza rispettivamente della cenere volante e del fumo di silice desunti dalla norma UNI-EN 206-1 ed UNI 11104 (vedi paragrafi 2.2.1 e 2.2.2);

Lavorabilità

Il produttore del calcestruzzo dovrà adottare tutti gli accorgimenti in termini di ingredienti e di composizione dell'impasto per garantire che il calcestruzzo possieda al momento della consegna del calcestruzzo in cantiere la lavorabilità prescritta e riportata per ogni specifico conglomerato nella tabella riassuntiva al paragrafo 3.8.

Salvo diverse specifiche e/o accordi con il produttore del conglomerato la lavorabilità al momento del getto verrà controllata all'atto del prelievo dei campioni per i controlli d'accettazione della resistenza caratteristica convenzionale a compressione secondo le indicazioni riportate sulle Norme Tecniche sulle Costruzioni. La misura della lavorabilità verrà condotta in accordo alla UNI-EN 206-1 dopo aver proceduto a scaricare dalla betoniera almeno 0.3 mc di calcestruzzo. In accordo con le specifiche di capitolato la misura della lavorabilità potrà essere effettuata mediante:

- l'abbassamento al cono di Abrams (UNI-EN 12350-2);
- diametro di spandimento (UNI-EN 12350-5).

Salvo strutture da realizzarsi con particolari procedimenti di posa in opera (pavimentazioni a casseri scorrevoli, manufatti estrusi, etc.) o caratterizzate da geometrie particolari (ad esempio, travi di tetti a falde molto inclinate) non potranno essere utilizzati calcestruzzi con classe di consistenza inferiore ad S4/F4.

Sarà cura del fornitore garantire in ogni situazione la classe di consistenza prescritta per le diverse miscele tenendo conto che sono assolutamente proibite le aggiunte di acqua in betoniera al momento del getto dopo l'inizio dello scarico del calcestruzzo dall'autobetoniera. La classe di consistenza prescritta verrà garantita per un intervallo di tempo di 20-30 minuti dall'arrivo della betoniera in cantiere. Trascorso questo tempo sarà l'impresa esecutrice responsabile della eventuale minore lavorabilità rispetto a quella

prescritta. Il calcestruzzo con la lavorabilità inferiore a quella prescritta potrà essere a discrezione della D.L. :

- respinto (l'onere della fornitura in tal caso spetta all'impresa esecutrice)
- accettato se esistono le condizioni, in relazione alla difficoltà di esecuzione del getto, per poter conseguire un completo riempimento dei casseri ed una completa compattazione.

Il tempo massimo consentito dalla produzione dell'impasto in impianto al momento del getto non dovrà superare i 90 minuti e sarà onere del produttore riportare nel documento di trasporto l'orario effettivo di fine carico della betoniera in impianto. Si potrà operare in deroga a questa prescrizione in casi eccezionali quando i tempi di trasporto del calcestruzzo dalla Centrale di betonaggio al cantiere dovessero risultare superiori ai 75 minuti. In questa evenienza si potrà utilizzare il conglomerato fino a 120 minuti dalla miscelazione dello stesso in impianto purché lo stesso possieda i requisiti di lavorabilità prescritti. Inoltre, in questa evenienza dovrà essere accertato preliminarmente dal produttore e valutato dalla D.L. che le resistenze iniziali del conglomerato cementizio non siano penalizzate a causa di dosaggi elevati di additivi ritardanti impiegati per la riduzione della perdita di lavorabilità.

Acqua di bleeding

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

Contenuto d'aria

Contestualmente alla misura della lavorabilità del conglomerato (con frequenza diversa da stabilirsi con il fornitore del conglomerato) dovrà essere determinato il contenuto di aria nel calcestruzzo in accordo alla procedura descritta alla norma UNI EN 12350-7 basata sull'impiego del porosimetro. Il contenuto di aria in ogni miscela prodotta dovrà essere conforme a quanto indicato nella tabella 3.1 (in funzione del diametro massimo dell'aggregato e dell'eventuale esposizione alla classe XF: strutture soggette a cicli di gelo/disgelo in presenza o meno di sali disgelanti).

Prescrizioni per la durabilità

Ogni calcestruzzo dovrà soddisfare i seguenti requisiti di durabilità in accordo con quanto richiesto dalle norme UNI 11104 e UNI EN 206 -1 e dalle Linee Guida sul Calcestruzzo Strutturale in base alla classe (alle classi) di esposizione ambientale della struttura cui il calcestruzzo è destinato:

- rapporto (a/c)max;
- classe di resistenza caratteristica a compressione minima;
- classe di consistenza;
- aria inglobata o aggiunta (solo per le classi di esposizione XF2, XF3, XF4).;
- contenuto minimo di cemento;
- tipo di cemento (se necessario);
- classe di contenuto di cloruri calcestruzzo;
- Dmax dell'aggregato;
- copriferro minimo.

Tipi di conglomerato cementizio

Sarà compilata una tabella sull'esempio di quella sottostante (tabella 10), contenente i vari tipi di conglomerato impiegati, le loro caratteristiche prestazionali e la loro destinazione. Le miscele, se prodotte con un Processo industrializzato, di cui meglio si specifica nel paragrafo successivo, non necessitano di alcuna qualifica preliminare che si richiede invece per produttori operanti con processo non industrializzato o per conglomerati autoprodotti dall'impresa esecutrice.

Tipo	CLASSI ESP. AMBIENTALE	Classe resistenza	D max	Classe di consistenza al getto	Rapporto (a/c) max	Tipo di cemento	Contenuto di aria (solo per classi XF2, XF3 E XF4)	Copriferro minimo	Campi di Impiego
		C (X/Y)		(se diverso da S4)					

Tabella 10 – Classificazione dei diversi tipi di conglomerato

12.4. Qualifica del conglomerato cementizio

In accordo alle Norme Tecniche per la Costruzioni per la produzione del calcestruzzo si possono configurare due differenti possibilità:

- A) calcestruzzo prodotto con processo industrializzato
- B) calcestruzzo prodotto senza processo industrializzato

Il caso B) si verifica nella produzione limitata di calcestruzzo direttamente effettuata in cantiere mediante processi di produzione temporanei e non industrializzati. In tal caso la produzione deve essere effettuata sotto la diretta vigilanza del Direttore dei Lavori. Il DM 14/09/2006 prevede, in questo caso, la qualificazione iniziale delle miscele per mezzo della "Valutazione preliminare della Resistenza" (par. 11.1.3 delle Norme Tecniche per le Costruzioni) effettuata sotto la responsabilità dell'appaltatore o committente, prima dell'inizio della costruzione dell'opera, attraverso idonee prove preliminari atte ad accertare la resistenza caratteristica per ciascuna miscela omogenea di conglomerato che verrà utilizzata per la costruzione dell'opera. La qualificazione iniziale di tutte le miscele utilizzate deve effettuarsi per mezzo di prove certificate da parte dei laboratori di cui all'art.59 del DPR n.380/2001 (Laboratori Ufficiali).

Nella relazione di prequalifica, nel caso di calcestruzzo prodotti senza processo industrializzato l'appaltatore dovrà fare esplicito riferimento a:

- materiali che si intendono utilizzare, indicandone provenienza, tipo e qualità;
- documenti sulla marcatura CE dei materiali costituenti;
- massa volumica reale s.s.a. e assorbimento, per ogni classe di aggregato, valutati secondo la Norma UNI 8520 parti 13a e 16a;
- studio granulometrico per ogni tipo e classe di calcestruzzo;
- tipo, classe e dosaggio del cemento;
- rapporto acqua-cemento;
- massa volumica del calcestruzzo fresco e calcolo della resa;
- classe di esposizione ambientale a cui è destinata la miscela;
- tipo e dosaggio degli eventuali additivi;
- proporzionamento analitico della miscela e resa volumetrica;
- classe di consistenza del calcestruzzo;
- risultati delle prove di resistenza a compressione;
- curve di resistenza nel tempo (almeno per il periodo 2-28 giorni);
- caratteristiche dell'impianto di confezionamento e stato delle tarature;
- sistemi di trasporto, di posa in opera e maturazione dei getti.

Il caso A) è trattato dal DM 14/09/2005 al punto 11.1.8 che definisce come calcestruzzo prodotto con processo industrializzato quello prodotto mediante impianti, strutture e tecniche organizzate organizzate sia in cantiere che in uno stabilimento esterno al cantiere stesso.

Di conseguenza in questa fattispecie rientrano, a loro volta, tre tipologie di produzione del calcestruzzo:

- calcestruzzo prodotto in impianti industrializzati fissi
- calcestruzzo prodotto negli stabilimenti di prefabbricazione;
- calcestruzzo prodotto in impianti industrializzati installati nei cantieri (temporanei)

in questi casi gli impianti devono essere idonei ad una produzione costante, disporre di apparecchiature adeguate per il confezionamento, nonché di personale esperto e di attrezzature idonee a provare, valutare e correggere la qualità del prodotto.

Al fine di contribuire a garantire quest'ultimo punto, gli impianti devono essere dotati di un sistema di controllo permanente della produzione allo scopo di assicurare che il prodotto abbia i requisiti previsti dalle

Norme Tecniche per le Costruzioni e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla posa in opera.

Tale sistema di controllo non deve confondersi con l'ordinario sistema di gestione della qualità aziendale, al quale può affiancarsi.

Il sistema di controllo della produzione in fabbrica dovrà essere certificato da un organismo terzo indipendente di adeguata competenza e organizzazione, che opera in coerenza con la UNI EN 45012. a riferimento per tale certificazione devono essere prese le Linee Guida sul calcestruzzo preconfezionato edite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici allo scopo di ottenere un calcestruzzo di adeguate caratteristiche fisiche, chimiche e meccaniche.

Il sistema di controllo di produzione in fabbrica dovrà comprendere le prove di autocontrollo, effettuate a cura del produttore secondo quanto previsto dalle Linee Guida sul calcestruzzo preconfezionato. L'organismo di certificazione dovrà, nell'ambito dell'ispezione delle singole unità produttive dovrà verificare anche i laboratori utilizzati per le prove di autocontrollo interno. In virtù di tale verifica e sorveglianza del controllo di produzione le prove di autocontrollo della produzione sono sostitutive di quelle effettuate dai laboratori ufficiali.

Il programma delle prove di autocontrollo deve essere sviluppato in maniera tale da assicurare il rispetto dei disposti normativi per le numerose miscele prodotte, ma essere nel contempo contenuto in maniera tale da agevolarne l'applicazione, in virtù dell'elevato numero delle miscele prodotte in generale in un impianto di calcestruzzo preconfezionato.

È compito della Direzione Lavori accertarsi che i documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere indichino gli estremi della certificazione del sistema di controllo della produzione.

Ove opportuno il Direttore dei Lavori potrà richiedere la relazione preliminare di qualifica ed i relativi allegati (es. certificazione della marcatura CE degli aggregati, del cemento, etc.).

12.5. *Messa in opera del calcestruzzo*

Al momento della messa in opera del conglomerato è obbligatoria la presenza di almeno un membro dell'ufficio della D.L. incaricato a norma di legge e di un responsabile tecnico dell'Impresa appaltatrice. Nel caso di opere particolari, soggette a sorveglianza da parte di Enti ministeriali la confezione dei provini verrà effettuata anche alla presenza dell'Ingegnere incaricato della sorveglianza in cantiere.

Prima di procedere alla messa in opera del calcestruzzo, sarà necessario adottare tutti quegli accorgimenti atti ad evitare qualsiasi sottrazione di acqua dall'impasto. In particolare, in caso di casseforme in legno, andrà eseguita un'accurata bagnatura delle superfici.

È proibito eseguire il getto del conglomerato quando la temperatura esterna scende al di sotto dei +5° C se non si prendono particolari sistemi di protezione del manufatto concordati e autorizzati dalla D.L. anche qualora la temperatura ambientale superi i 33° C.

Lo scarico del calcestruzzo dal mezzo di trasporto nelle casseforme si effettua applicando tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione.

L'altezza di caduta libera del calcestruzzo fresco, indipendentemente dal sistema di movimentazione e getto, non deve eccedere i 50 centimetri; si utilizzerà un tubo di getto che si accosti al punto di posa o, meglio ancora, che si inserisca nello strato fresco già posato e consenta al calcestruzzo di rifluire all'interno di quello già steso.

Per la compattazione del getto verranno adoperati vibratori a parete o ad immersione. Nel caso si adoperi il sistema di vibrazione ad immersione, l'ago vibrante deve essere introdotto verticalmente e spostato, da punto a punto nel calcestruzzo, ogni 50 cm circa; la durata della vibrazione verrà protratta nel tempo in funzione della classe di consistenza del calcestruzzo (tabella 4.1).

Classe di consistenza	Tempo minimo di immersione dell'ago nel cls (s)
S1	25 - 30
S2	20 - 25

S3	15 - 20
S4	10 - 15
S5	5 - 10
F6	0 - 5
SCC	Non necessita compattazione (salvo indicazioni specifiche della D.L.)

Tabella 11 – Relazione tra classe di consistenza e tempo di vibrazione del conglomerato

Nel caso siano previste riprese di getto sarà obbligo dell'appaltatore procedere ad una preliminare rimozione, mediante scarifica con martello, dello strato corticale di calcestruzzo già parzialmente indurito. Tale superficie, che dovrà possedere elevata rugosità (asperità di circa 5 mm) verrà opportunamente bagnata per circa due ore prima del getto del nuovo strato di calcestruzzo.

Qualora alla struttura sia richiesta la tenuta idraulica, lungo la superficie scarificata verranno disposti dei giunti "water-stop" in materiale bentonitico idroespansivo. I profili "water-stop" saranno opportunamente fissati e disposti in maniera tale da non interagire con le armature.

I distanziatori utilizzati per garantire i copriferri ed eventualmente le reciproche distanze tra le barre di armatura, dovranno essere in plastica o a base di malta cementizia di forma e geometria tali da minimizzare la superficie di contatto con il cassero.

È obbligo della D.L. verificare la corretta esecuzione delle operazioni sopra riportate.

12.5.1 Tolleranze esecutive

Nelle opere finite gli scostamenti ammissibili (tolleranze) rispetto alle dimensioni e/o quote dei progetti sono riportate di seguito; per i vari elementi strutturali; lo scostamento "S" è espresso in cm:

Fondazioni: plinti, platee, solettoni ecc:

posizionamento rispetto alle coordinate di progetto:	$S = \pm 3.0\text{cm}$
dimensioni in pianta :	$S = - 3.0\text{ cm o } + 5.0\text{ cm}$
dimensioni in altezza (superiore)	$S = - 0.5\text{ cm o } + 3.0\text{ cm}$
quota altimetrica estradosso	$S = - 0.5\text{ cm o } + 2.0\text{ cm}$

Strutture in elevazione: pile, spalle, muri ecc.:

posizionamento rispetto alle coordinate di progetto:	$S = \pm 2.0\text{ cm}$
dimensione in pianta (anche per pila piena):	$S = - 0.5\text{ cm o } + 2.0\text{ cm}$
spessore muri, pareti, pile cave o spalle:	$S = - 0.5\text{ cm o } + 2.0\text{ cm}$
quota altimetrica sommità:	$S = \pm 1.5\text{ cm}$
verticalità per $H \leq 600\text{ cm}$	$S = \pm 2.0\text{ cm}$
verticalità per $H > 600\text{ cm}$	$S = \pm H/12$

Solette e solettoni per impalcati, solai in genere:

spessore:	$S = -0.5\text{ cm o } + 1.0\text{ cm}$
quota altimetrica estradosso:	$S = \pm 1.0\text{ cm}$

Vani, cassette, inserterie:

posizionamento e dimensione vani e cassette:	$S = \pm 1.5 \text{ cm}$
posizionamenti inserti (piastre boccole):	$S = \pm 1.0 \text{ cm}$

In ogni caso gli scostamenti dimensionali negativi non devono ridurre i copriferri minimi prescritti dal progetto.

12.5.2 Casseforme

Per tali opere provvisorie l'appaltatore comunicherà preventivamente alla D.L. il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando l'esclusiva responsabilità dell'appaltatore stesso per quanto riguarda la progettazione e l'esecuzione di tali opere provvisorie e la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle. Il sistema prescelto dovrà comunque essere atto a consentire la realizzazione delle opere in conformità alle disposizioni contenute nel progetto esecutivo.

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

- per l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua;
- per le sagome da lasciare libere nei sovrappassi o sottopassi di strade, autostrade, ferrovie, tranvie, ecc.;
- per le interferenze con servizi di soprassuolo o di sottosuolo.

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

Caratteristiche delle casseforme

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

Nel caso di eventuale utilizzo di casseforme in legno, si dovrà curare che le stesse siano eseguite con tavole a bordi paralleli e ben accostate, in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature o disuguaglianze sulle facce in vista del getto. In ogni caso l'appaltatore avrà cura di trattare le casseforme, prima del getto, con idonei prodotti disarmanti conformi alla norma UNI 8866. Le parti componenti i casseri debbono essere a perfetto contatto e sigillate con idoneo materiale per evitare la fuoriuscita di boiaccia cementizia.

Nel caso di cassetatura a perdere, inglobata nell'opera, occorre verificare la sua funzionalità, se è elemento portante, e che non sia dannosa, se è elemento accessorio.

Pulizia e trattamento

Prima del getto le casseforme dovranno essere pulite per l'eliminazione di qualsiasi traccia di materiale che possa compromettere l'estetica del manufatto quali polvere, terriccio etc. Dove e quando necessario si farà uso di prodotti disarmanti disposti in strati omogenei continui, su tutte le casseforme di una stessa opera dovrà essere usato lo stesso prodotto.

Nel caso di utilizzo di casseforme impermeabili, per ridurre il numero delle bolle d'aria sulla superficie del getto si dovrà fare uso di disarmante con agente tensioattivo in quantità controllata e la vibrazione dovrà essere contemporanea al getto.

Predisposizione di fori, tracce e cavità

L'appaltatore avrà l'obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni costruttivi per ciò che concerne fori, tracce, cavità, incassature, etc. per la posa in opera di apparecchi accessori quali

giunti, appoggi, smorzatori sismici, pluviali, passi d'uomo, passerelle d'ispezione, sedi di tubi e di cavi, opere interruttive, sicurvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti d'impianti, etc.

Disarmo

Si potrà procedere alla rimozione delle casseforme dai getti quando saranno state raggiunte le prescritte resistenze. In assenza di specifici accertamenti, l'appaltatore dovrà attenersi a quanto stabilito dalle "Norme Tecniche per le Costruzioni pubblicate sul S.O. G.U. del 23.09.2005".

Le eventuali irregolarità o sbavature, qualora ritenute tollerabili, dovranno essere asportate mediante scarifica meccanica o manuale ed i punti difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta cementizia a ritiro compensato immediatamente dopo il disarmo, previa bagnatura a rifiuto delle superfici interessate.

Eventuali elementi metallici, quali chiodi o reggette che dovessero sporgere dai getti, dovranno essere tagliati almeno 0.5 cm sotto la superficie finita e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento.

12.5.3 Getti faccia a vista

I casseri devono essere puliti e privi di elementi che possano in ogni modo pregiudicare l'aspetto della superficie del conglomerato cementizio indurito.

Apposite matrici potranno essere adottate se prescritte in progetto per l'ottenimento di superfici a faccia vista con motivi o disegni in rilievo.

I disarmanti non dovranno assolutamente macchiare la superficie in vista del conglomerato cementizio.

Qualora si realizzino conglomerati cementizi colorati o con cemento bianco, l'uso dei disarmanti sarà subordinato a prove preliminari atte a dimostrare che il prodotto usato non alteri il colore.

Le riprese di getto saranno delle linee rette e, qualora richiesto dalla D.L., saranno marcate con gole o risalti di profondità o spessore di 2-3 cm., che all'occorrenza verranno opportunamente sigillati.

12.6. Stagionatura

Il calcestruzzo, al termine della messa in opera e successiva compattazione, deve essere stagionato e protetto dalla rapida evaporazione dell'acqua di impasto e dall'essiccamento degli strati superficiali (fenomeno particolarmente insidioso in caso di elevate temperature ambientali e forte ventilazione). Per consentire una corretta stagionatura è necessario mantenere costantemente umida la struttura realizzata; l'appaltatore è responsabile della corretta esecuzione della stagionatura che potrà essere condotta mediante:

- la permanenza entro casseri del conglomerato;
- l'applicazione, sulle superfici libere, di specifici film di protezione mediante la distribuzione nebulizzata di additivi stagionanti (agenti di curing);
- l'irrorazione continua del getto con acqua nebulizzata;
- la copertura delle superfici del getto, con fogli di polietilene, sacchi di iuta o tessuto non tessuto mantenuto umido in modo che si eviti la perdita dell'acqua di idratazione;
- la creazione attorno al getto, con fogli di polietilene od altro, di un ambiente mantenuto saturo di umidità;
- la creazione, nel caso di solette e getti a sviluppo orizzontale, di un cordolo perimetrale (in sabbia od altro materiale rimovibile) che permetta di mantenere la superficie ricoperta da un costante velo d'acqua.

I prodotti filmogeni di protezione non possono essere applicati lungo i giunti di costruzione, sulle riprese di getto o sulle superfici che devono essere trattate con altri materiali.

Al fine di assicurare alla struttura un corretto sistema di stagionatura in funzione delle condizioni ambientali, della geometria dell'elemento e dei tempi di scasseratura previsti, l'appaltatore, previa informazione alla D.L., eseguirà verifiche di cantiere che assicurino l'efficacia delle misure di protezione adottate.

Sarà obbligatorio procedere alla maturazione dei getti per almeno 7 giorni consecutivi. Qualora dovessero insorgere esigenze particolari per sospendere la maturazione esse dovranno essere espressamente autorizzate dalla D.L.

Nel caso di superfici orizzontali non casserate (pavimentazioni, platee di fondazione...) dovrà essere effettuata l'operazione di bagnatura continua con acqua non appena il conglomerato avrà avviato la fase di presa. Le superfici verranno mantenute costantemente umide per almeno 7 giorni.

Per i getti confinati entro casseforme l'operazione di bagnatura verrà avviata al momento della rimozione dei casseri, se questa avverrà prima di 7 giorni.

Per calcestruzzi con classe di resistenza a compressione maggiore o uguale di C40/50 la maturazione deve essere curata in modo particolare.

12.7. Controlli in corso d'opera

La D.L. ha l'obbligo di eseguire controlli sistematici in corso d'opera per verificare la conformità tra le caratteristiche del conglomerato messo in opera e quello stabilito dal progetto e garantito in sede di valutazione preliminare.

Il controllo di accettazione va eseguito su miscele omogenee di conglomerato e, in funzione del quantitativo di conglomerato accettato, può essere condotto mediante (Norme Tecniche cap.11):

- controllo di tipo A;
- controllo di tipo B (obbligatorio nelle costruzioni con più di 1500 m³ di miscela omogenea);

Il prelievo del conglomerato per i controlli di accettazione si deve eseguire a "bocca di betoniera", conducendo tutte le operazioni in conformità con le prescrizioni indicate nelle Norme Tecniche per le costruzioni (§ 11.1.4 PRELIEVO DEI CAMPIONI) e nella norma UNI-EN 206-1 (non prima di aver scaricato almeno 0.3 mc di conglomerato).

Il prelievo di calcestruzzo dovrà essere eseguito alla presenza della D.L. o di un suo incaricato.

In particolare i campioni di calcestruzzo devono essere preparati con casseforme rispondenti alla norma UNI EN 12390-1, confezionati secondo le indicazioni riportate nella norma UNI EN 12390-2 e provati presso un laboratorio Ufficiale secondo la UNI EN 12390-3.

Le casseforme devono essere realizzate con materiali rigidi al fine di prevenire deformazioni durante le operazioni di preparazione dei provini, devono essere a tenuta stagna e non assorbenti.

La geometria delle casseforme deve essere cubica di lato pari a 150 mm o cilindrica con diametro d pari a 150 mm ed altezza h 300 mm.

Il prelievo del calcestruzzo deve essere effettuato non prima di aver scaricato 0.3 mc di calcestruzzo e preferibilmente a metà dello scarico della betoniera. Il conglomerato sarà versato tramite canaletta all'interno di una carriola in quantità pari a circa 2 volte superiore a quello necessario al confezionamento dei provini. Il materiale versato verrà omogeneizzato con l'impiego di una sassola.

È obbligatorio inumidire tutti gli attrezzi necessari al campionamento (carriola, sessola) prima di utilizzarli, in modo tale da non modificare il contenuto di acqua del campione di materiale prelevato.

Prima del riempimento con il conglomerato, le casseforme andranno pulite e trattate con un liquido disarmante.

Per la compattazione del calcestruzzo entro le casseforme è previsto l'uso di uno dei seguenti mezzi:

- pestello di compattazione metallico a sezione circolare e con le estremità arrotondate, con diametro di circa 16 mm e lunghezza di circa 600 mm;
- barra dritta metallica a sezione quadrata, con lato di circa 25 mm e lunghezza di circa 380 mm;
- vibratore interno con frequenza minima di 120 Hz e diametro non superiore ad ¼ della più piccola dimensione del provino;
- tavola vibrante con frequenza minima pari a 40 Hz;

Il riempimento della cassaforma deve avvenire per strati successivi di 75 mm, ciascuno dei quali accuratamente compattati senza produrre segregazioni o comparsa di acqua sulla superficie.

Nel caso di compattazione manuale, ciascuno strato verrà assestato fino alla massima costipazione, avendo cura di martellare anche le superficie esterne del cassero.

Nel caso si impieghi il vibratore interno, l'ago non dovrà toccare lungo le pareti verticali e sul fondo della casseratura.

La superficie orizzontale del provino verrà spianata con un movimento a sega, procedendo dal centro verso i bordi esterni.

Su tale superficie verrà applicata (annegandola nel calcestruzzo) un'etichetta di plastica/cartoncino rigido sulla quale verrà riportata l'identificazione del campione con inchiostro indelebile; l'etichetta sarà siglata dalla D.L. al momento del confezionamento dei provini.

L'esecuzione del prelievo deve essere accompagnata dalla stesura di un verbale di prelievo che riporti le seguenti indicazioni:

3. Identificazione del campione:

- tipo di calcestruzzo;
- numero di provini effettuati;
- codice del prelievo;
- metodo di compattazione adottato;
- numero del documento di trasporto;
- ubicazione del getto per il puntuale riferimento del calcestruzzo messo in opera (es. muro di sostegno, solaio di copertura...);

4. Identificazione del cantiere e dell'Impresa appaltatrice;

5. Data e ora di confezionamento dei provini;

6. Dettagli sulla conservazione dei provini prima della scasseratura;

7. Il metodo di stagionatura dei provini dopo la scasseratura;

8. La firma della D.L. In caso di opere particolari, soggette a sorveglianza da parte di Enti ministeriali (es. Dighe), il verbale di prelievo dovrà riportare anche la firma dell'Ingegnere incaricato della sorveglianza in cantiere.

Al termine del prelievo, i provini verranno posizionati al di sopra di una superficie orizzontale piana in una posizione non soggetta ad urti e vibrazioni.

Il calcestruzzo campionato deve essere lasciato all'interno delle casseforme per almeno 16 h (in ogni caso non oltre i 3 giorni). In questo caso sarà opportuno coprire i provini con sistemi isolanti o materiali umidi (es. sacchi di juta, tessuto non tessuto...). Trascorso questo tempo i provini dovranno essere consegnati presso il Laboratorio incaricato di effettuare le prove di schiacciamento dove, una volta rimossi dalle casseforme, devono essere conservati in acqua alla temperatura costante di 20 ± 2 °C oppure in ambiente termostato posto alla temperatura di 20 ± 2 °C ed umidità relativa superiore al 95%.

Nel caso in cui i provini vengano conservati immersi nell'acqua, il contenitore deve avere dei ripiani realizzati con griglie (è consentito l'impiego di reti elettrosaldate) per fare in modo che tutte le superfici siano a contatto con l'acqua.

L'Impresa appaltatrice sarà responsabile delle operazioni di corretta conservazione dei provini campionati e della loro custodia in cantiere prima dell'invio al Laboratorio incaricato di effettuare le prove di schiacciamento. Inoltre, l'Impresa appaltatrice sarà responsabile del trasporto e della consegna dei provini di calcestruzzo al Laboratorio Ufficiale unitamente ad una lettera ufficiale di richiesta prove firmata dalla Direzione Lavori.

Qualora per esigenze legate alla logistica di cantiere o ad una rapida messa in servizio di una struttura o di porzioni di essa si rende necessario prescrivere un valore della resistenza caratteristica a tempi inferiori ai canonici 28 giorni o a temperature diverse dai 20 °C i controlli di accettazione verranno effettuati con le stesse modalità sopra descritte fatta eccezione per le modalità di conservazione dei provini che verranno mantenuti in adiacenza alla struttura o all'elemento strutturale per il quale è stato richiesto un valore della resistenza caratteristica a tempi e temperature inferiori a quelle canoniche. Resta inteso che in queste situazioni rimane sempre l'obbligo di confezionare e stagionare anche i provini per 28 giorni a 20 °C e U.R. del 95% per valutare la rispondenza del valore caratteristico a quello prescritto in progetto.

I certificati emessi dal Laboratorio dovranno contenere tutte le informazioni richieste al punto 11.1.5.3 delle Norme Tecniche per le Costruzioni del 23.09.2005.

12.8. Controlli supplementari della resistenza a compressione

12.8.1 Carotaggi

Quando un controllo di accettazione dovesse risultare non soddisfatto e ogniqualvolta la D.L. lo ritiene opportuno la stessa può predisporre un controllo della resistenza del calcestruzzo in opera da valutarsi su carote estratte dalla struttura da indagare.

Le carote verranno estratte in modo da rispettare il vincolo sulla geometria di $(h/D) = 1$ o $= 2$ e non in un intervallo intermedio, in conformità con la norma prEN 13791.

12.8.2 Zona di prelievo

Le carote verranno eseguite in corrispondenza del manufatto in cui è stato posto in opera il conglomerato non rispondente ai controlli di accettazione o laddove la D.L. ritiene che ci sia un problema di scadente o inefficace compattazione e maturazione dei getti.

Dovranno essere rispettati i seguenti vincoli per il prelievo delle carote:

- non in prossimità degli spigoli;
- zone a bassa densità d'armatura (prima di eseguire i carotaggi sarà opportuno stabilire l'esatta disposizione delle armature mediante apposite metodologie d'indagine non distruttive);
- evitare le parti sommitali dei getti;
- evitare i nodi strutturali;
- attendere un periodo di tempo, variabile in funzione delle temperature ambientali, tale da poter conseguire per il calcestruzzo in opera un grado di maturazione paragonabile a quello di un calcestruzzo maturato per 28 giorni alla temperatura di 20 °C.

12.9. Prove di carico

L'appaltatore dovrà fornire ogni supporto utile all'esecuzione delle prove di carico rispettando fedelmente le procedure e le indicazioni forniteli dal Direttore Lavori e dal Collaudatore. Allo scopo a suo carico e spese egli dovrà predisporre quanto necessario nel rispetto delle norme che attengono la sicurezza di uomini e cose oltre al rispetto dell'ambiente. Egli, infine, è tenuto ad accettare sia i risultati delle operazioni di collaudo sia le eventuali azioni ed interventi per sanare situazioni ritenute insoddisfacenti dalla D.L., dal Collaudatore o dal progettista.

12.10. Prescrizioni per serbatoi in calcestruzzo

I serbatoi e le vasche in calcestruzzo in genere dovranno essere eseguiti seguendo tutte le prescrizioni di cui alle voci precedenti relative all'impiego dei conglomerati cementizi sia semplici che armati.

Per la calcolazione di dette opere si avrà sempre cura di verificare i limiti di lavoro del calcestruzzo in modo che nessuna fessurazione possa crearsi né in fase esecutiva né in fase di collaudo, pertanto si dovrà curare che il calcestruzzo impiegato risulti compatto ed impermeabile.

La D.L. può, dopo accertate sperimentazioni o verifiche, autorizzare l'impiego di additivi idonei ad aumentare la resistenza e la impermeabilità del calcestruzzo impiegato.

In particolare, per le superfici destinate a rimanere in vista e per le pareti delle vasche destinate a rimanere in contatto con l'acqua, le superfici del calcestruzzo, dopo il disarmo, dovranno risultare uniformi e lisce senza impiego di intonaci.

Si intende con quanto sopra che le pareti dovranno risultare esenti da vespai, buchi, e simili, nonché da sporgenze, sbavatura e simili, il tutto con una tolleranza massima di 3 mm.

Pertanto si porrà cura particolare nello scegliere il tipo di cassetta, il tipo di ancoraggio e distanziatura, che in ogni caso non dovrà mai né favorire il trafilamento né macchiare il getto in fase di ossidazione.

Nella costruzione sia di vasche per impianti di depurazione che vasche per contenimento di liquidi alimentari, si dovrà curare particolarmente che i ferri di armatura abbiano una copertura sufficiente ad evitare il fenomeno della sfioritura, e sarà tassativamente vietato l'uso di distanziatori di ferro che possono, ossidando, macchiare la superficie del getto, pertanto si dovrà ricorrere esclusivamente a distanziatori in cemento o in plastica.

In definitiva le strutture dell'opera realizzata per il contenimento di liquidi dovranno risultare a tenuta perfetta senza bisogno di nessun trattamento aggiuntivo, ritenendosi sia intonaco che rivestimenti utili solo ai fini della protezione della parete da agenti degradanti.

Cura particolare verrà posta nella realizzazione dei piani di corsa o di scorrimento delle apparecchiature elettromeccaniche, per i quali non sarà mai ammesso nessun tipo di trattamento che preveda un riporto superficiale ai getti di base e pertanto si dovrà curare la finitura in fase di getto dell'opera principale.

In corrispondenza delle riprese dei getti, che devono essere previste e realizzate con tutte le cure, si dovrà sempre costruire un giunto in materiale idoneo e approvato dalla D.LL., al fine di garantire la tenuta idraulica; dove poi il calcolatore ritenga e dimostri essere indispensabile, si procederà alla costruzione di speciali giunti di dilatazione con uso di tecnologie di provata efficacia e sempre autorizzata dalla D.LL.

Nel progredire dei getti si dovrà sempre tenere conto della funzione della vasca, dei particolari relativi alle opere da inserire successivamente e dell'incorporamento nei getti di eventuali tirafondi, piastre o qualsiasi altro necessario al posizionamento delle eventuali apparecchiature; così dovrà essere a cura dell'appaltatore il reperimento di tutti i particolari relativi al tipo di macchina da installare, anche se da terze persone, essendo sempre detto Appaltatore responsabile di eventuali manchevolezze, che se accertate dovranno essere rimediate a sua cura e spese.

Il collegamento fra vasche o condotte dovrà essere sempre eseguito a mezzo di particolari tronchetti passamuro in ghisa o acciaio opportunamente studiati per impedire il trafilamento del liquido lungo il tronchetto inserito.

E' norma tassativa che i manufatti di qualsiasi tipo e genere vengano inseriti prima o contemporaneamente al getto del calcestruzzo; pertanto, qualora per mancanza vuoi del ferro o della disposizione di monitoraggio debba essere lasciata una cassetta forata, una volta montato il ferro si dovrà intervenire con impiego di malte speciali o additivi utili alla ripresa del getto in modo da garantire la tenuta idraulica e la resistenza meccanica per tutta la ripresa.

Per tutti gli oneri relativi e conseguenti alla costruzione di dette opere si è tenuto conto in fase di analisi dei prezzi principali esistenti nel presente Capitolato d'appalto, pertanto l'Appaltatore non potrà richiedere altro compenso diverso dall'applicazione dei prezzi elencati.

12.10.1 Prove di carico

Per quanto attiene alle prove di carico delle vasche e dei serbatoi si provvederà a verificare i cedimenti con la situazione di massimo carico idraulico accidentale e questi dovranno essere contenuti nelle tolleranze ammesse dalla Legge.

12.10.2 Prove di tenuta idraulica

Per le prove di tenuta idraulica delle vasche e dei serbatoi si provvederà al riempimento fino al massimo carico idraulico accidentale con acqua pulita che dovrà essere mantenuta a livello costante per tre giorni, quindi si procederà all'ispezione ottica delle pareti e alla misurazione dell'assorbimento.

La prova sarà ritenuta valida se durante l'ispezione non viene notato alcun trafilamento di liquido e calcolato l'assorbimento risulti inferiore nel tempo di 24 ore, ad un volume pari a 30 litri/metro quadro di superficie di calcestruzzo bagnato qualunque sia l'area libera soggetta ad evaporazione.

Tutte le spese per le prove e per gli eventuali interventi di miglioria per rientrare nei limiti di accettazione saranno a carico dell'Appaltatore e ciò fino ad accettazione definitiva.

13. Opere metalliche

13.1. Opere in ferro

Nei lavori in ferro, questi deve essere lavorato diligentemente con maestria, regolarità di forme e precisione di dimensioni, secondo i disegni che fornirà la Direzione dei Lavori, con particolare attenzione alle saldature e bullonature. I fori saranno tutti eseguiti con il trapano; le chiodature, ribattiture ecc. dovranno essere perfette senza sbavature ed i tagli dovranno essere limitati.

Saranno rigorosamente rifiutati tutti quei pezzi che presentino il più leggero indizio d'imperfezione.

Ogni pezzo di opera completa in ferro, dovrà essere fornita a piè d'opera, colorita a minio di piombo, o se richiesto, zincato con zincatura elettrolitica a caldo.

La zincatura a caldo dovrà essere effettuata per immersione. I pezzi da zincare devono essere preventivamente puliti e sgrassati superficialmente con adeguato decapaggio.

Dopo la zincatura i pezzi non devono essere assoggettati a trattamenti termici.

Sugli oggetti filettati, dopo la zincatura, non si devono effettuare ulteriori operazioni di finitura a mezzo di utensili.

Per le giunzioni di elementi zincati eseguite per saldatura e per il taglio degli stessi si dovrà procedere al ripristino della zincatura, secondo le modalità appresso indicate:

- rimuovere lo zinco preesistente per una lunghezza non inferiore a 10 cm;
- pulire e irruvidire la superficie scoperta mediante spazzolatura meccanica;
- metallizzare le superfici mediante spruzzo di particelle di zinco allo stato plastico fino a raggiungere uno spessore non inferiore a 40 micron.

Per ogni opera in ferro, a richiesta della Direzione dei Lavori, l'Appaltatore avrà l'obbligo di presentare il relativo modello, alla preventiva autorizzazione.

L'Appaltatore dovrà informare l'Appaltante dell'arrivo in officina dei materiali approvvigionati affinché, prima che ne venga iniziata la lavorazione, la Direzione Lavori possa disporre, se lo riterrà opportuno, i preliminari esami e verifiche dei materiali medesimi ed il prelevamento dei campioni per l'effettuazione delle prove di qualità e resistenza.

E' riservata all'Appaltante la facoltà di disporre e fare effettuare visite, esami e prove negli stabilimenti di produzione dei materiali, i quali stabilimenti pertanto dovranno essere segnalati all'Appaltante in tempo utile.

Dei risultati delle prove dovrà essere redatto regolare verbale in contraddittorio tra il Direttore dei Lavori e l'Appaltatore, o loro rappresentanti. Nel caso di esito sfavorevole delle prove sopra indicate l'Appaltante potrà rifiutare in tutto od in parte i materiali predisposti od approvvigionati, senza che l'Appaltatore possa pretendere indennizzo alcuno o proroga ai termini di esecuzione e di consegna.

Successivamente all'accettazione provvisoria dei materiali l'Appaltatore potrà procedere alle lavorazioni previste.

L'Appaltatore dovrà comunicare per iscritto ed in tempo utile all'Appaltante le date di inizio dei montaggi provvisori in officina affinché l'Appaltante stesso possa farvi assistere i propri incaricati ove lo ritenga opportuno. Questi verificheranno, tanto per ognuna delle parti componenti le strutture quanto per l'insieme di esse, l'esatta e la perfetta lavorazione in base ai patti di contratto ed agli ordini impartiti, procedendo anche alle operazioni di pesatura.

L'Appaltatore sarà, in ogni caso, obbligato a controllare gli ordinativi ed a rilevare sul posto le misure esatte delle diverse opere in ferro, essendo esso responsabile degli inconvenienti che potessero verificarsi per l'emissione di tale controllo.

13.1.1 Inferriate, cancellate, cancelli, ringhiere, ecc.

Saranno costruiti a perfetta regola d'arte, secondo i tipi di dettaglio che verranno indicati all'atto esecutivo; dovranno presentare tutte le barre ben diritte, spianate ed in perfetta composizione. I tagli delle connessioni per i ferri incrociati, mezzo a mezzo, dovranno essere della massima precisione di esattezza; il vuoto di uno dovrà esattamente corrispondere al pieno dell'altro, senza la minima ineguaglianza e discontinuità.

Le inferriate con elementi intrecciati ad occhio non presenteranno, nei buchi formati a fuoco, nessuna fessura che si prolunghi oltre il foro necessario.

In ogni caso l'intreccio dei ferri dovrà essere diritto ed in parte dovrà essere munito di occhi, in modo da non poter mai essere in nessun caso sfilato.

I telai saranno fissati ai ferri di orditura e saranno poi muniti di forti grappe ed arpioni, ben chiodati ai regoli di telaio, nel numero, dimensioni e posizioni che verranno indicate.

14. Misto cementato

14.1.1 Generalità

Il misto cementato è costituito da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego (misto granulare), trattata con un legante idraulico (cemento). La miscela che sarà ottimizzata sperimentalmente in laboratorio con apposita metodologia (mix-design), dovrà acquisire, dopo un adeguato tempo di

stagionatura, una resistenza meccanica durevole ed apprezzabile mediante prove eseguibili su provini di forma assegnata, anche in presenza di acqua o gelo.

14.1.2 Materiali e loro qualificazione

Aggregati

Gli aggregati sono gli elementi lapidei miscelando i quali si ottiene il misto granulare che costituisce la base del misto cementato; tutti dovranno corrispondere alle norme vigenti della serie UNI-EN 13242 e UNI-EN 13285.

Risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi (trattenuti al crivello UNI n.5) e dagli aggregati fini.

- **Aggregato grosso**

L'aggregato grosso sarà costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee, da elementi naturali tondeggianti, da elementi naturali tondeggianti frantumati e da elementi naturali a spigoli vivi; Tutti gli elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella tabella che segue:

Parametro	Normativa	unità di misura	valore
Los Angeles	UNI EN 1097-2	%	≤30
Quantità di frantumato	UNI EN 933-5	%	≥30
Dimensione max	UNI EN 933-1	mm	40
Sensibilità al gelo	UNI EN 1367-1	%	≤30
Passante al setaccio 0.063	UNI EN 933-1	%	≤1
Contenuto di:			
- Rocce reagenti con alcali del cemento	UNI 8520-22	%	≤1

Tabella 0.7 – Aggregato grosso

- **Aggregato fino**

L'aggregato fino deve essere costituito da elementi naturali o di frantumazione che possiedano le caratteristiche riassunte nella tabella che segue:

Parametro	Normativa	unità di misura	valore
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	%	≥30; ≤60
Limite liquido	CNR-UNI 10014	%	≤25
Indice plastico	CNR-UNI 10014	mm	NP
Contenuto di:			
-Rocce tenere, alterate, scistose	CNR 104/84	%	≤1
-Rocce degradabili o solfatiche	CNR 104/84	%	≤1
- Rocce reagenti con alcali del cemento	UNI 8520-22	%	≤1

Tabella 0.8 – Aggregato fino

Cementi

I cementi utilizzati dovranno rispondere ai requisiti previsti dalla L. 595/65. Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, i cementi utilizzati dovranno essere controllati e certificati come previsto dal DPR 13/9/93 n. 246 e dal D.M. 12/07/93 n. 314.

Aggiunte

Le aggiunte sono costituite da materiali inorganici, finemente macinati, che possono essere aggiunti al calcestruzzo per modificarne ed aumentarne le caratteristiche.

È ammesso, sia ad integrazione dell'aggregato fino, sia in sostituzione del cemento, l'utilizzo di ceneri volanti conformi alla norma UNI EN 450; la quantità in peso di ceneri sarà fissata, in fase di studio delle miscele, sulla base di prove di laboratorio, e non potrà, comunque, superare il 40% del peso del cemento indicato in progetto.

Miscela

La miscela di aggregati (misto granulare) da impiegare nella realizzazione del misto cementato dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso riportato nelle tabelle seguenti:

Serie crivelli e Setacci UNI		Passante %	
Setaccio	63,1	100	
Setaccio	50	87 - 100	
Setaccio	40	76 - 96	100
Setaccio	35	70 - 93	92 - 100
Setaccio	31,5	65 - 90	87 - 100
Setaccio	25	56 - 84	76 - 96
Setaccio	22,4	53 - 81	71 - 93
Setaccio	20	50 - 78	67 - 90
Setaccio	16	44 - 72	60 - 84
Setaccio	12,5	38 - 65	53 - 77
Setaccio	8	30 - 55	42 - 67
Setaccio	4	21 - 42	30 - 53
Setaccio	2	16 - 34	21 - 42
Setaccio	1	12 - 27	15 - 33
Setaccio	0,5	9 - 22	11 - 25
Setaccio	0,125	5 - 13	6 - 14
Setaccio	0,063	4 - 10	4 - 10

Tabella 0.9 – Composizione granulometrica

- Misto cementato 0-63

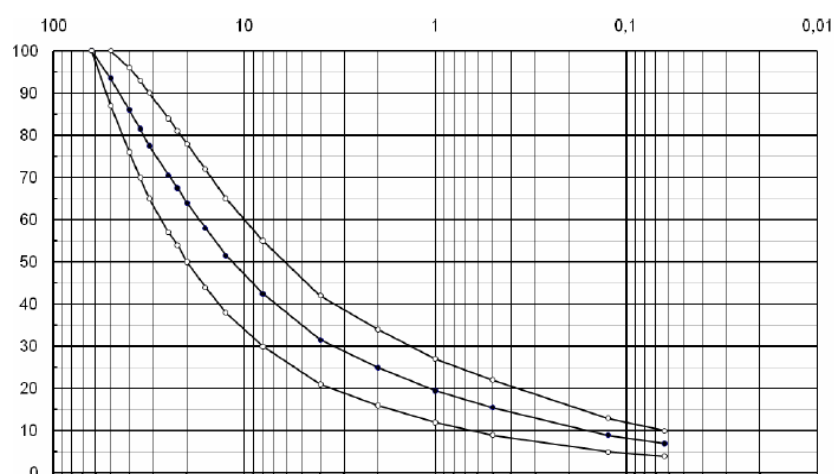


Figura 0.1 – Curva granulometrica Misto cementato 0-63.

- Misto cementato 0-35

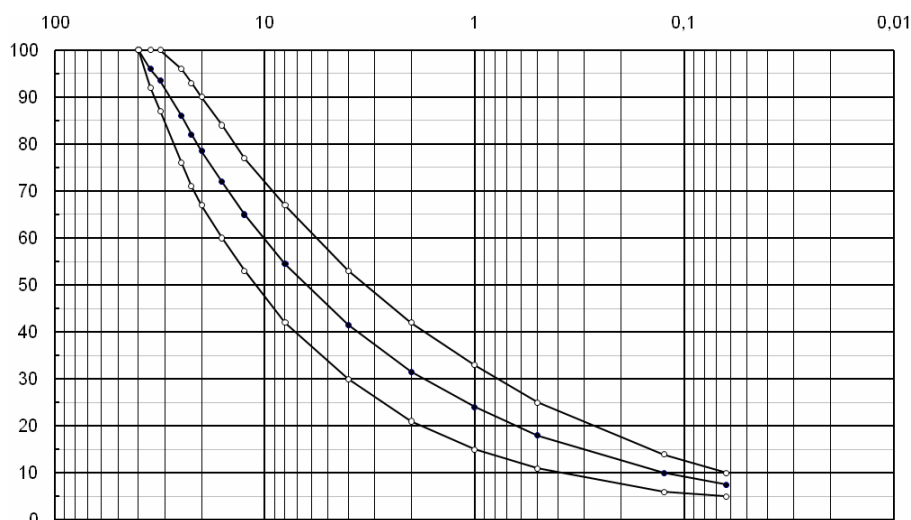


Figura 0.2 – Curva granulometrica Misto cementato 0-35.

Il contenuto di cemento, delle eventuali ceneri volanti dosate in sostituzione dello stesso, ed il contenuto d'acqua della miscela, vanno espressi come percentuale in peso rispetto al totale degli aggregati costituenti il misto granulare di base.

Tali percentuali saranno stabilite in base ad uno studio della miscela, effettuato in laboratorio, in conformità a quanto previsto dal B.U. CNR N. 29; in particolare la miscela adottata dovranno possedere i requisiti riportati nella tabella seguente:

Parametro	Normativa	Valore
Resistenza a compressione a 7gg	CNR 29/72	$3.5 \leq R_c \leq 4.5 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a trazione indiretta a 7gg (Prova Brasiliana)	CNR 97/84	$R_t \geq 0.25 \text{ N/mm}^2$

Tabella 0.10 – Requisiti delle miscele

Accettazione delle miscele

L'Impresa ha l'obbligo di comunicare al Direttore dei lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ciascun cantiere di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare. Ciascuna miscela proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione dello studio di composizione, con data non superiore ad un anno.

Una volta che il Direttore dei lavori avrà accettato lo studio delle miscele, l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente.

Nella curva granulometrica saranno ammesse le seguenti variazioni delle singole percentuali:

- aggregato grosso ± 5 punti;
- aggregato fino ± 2 punti;

in ogni caso non dovranno essere superati i limiti del fuso.

Per la percentuale di cemento nelle miscele è ammessa una variazione di $\pm 0.5\%$. Tabella 3.4

Stesa e compattazione

Le operazioni di stesa saranno effettuate con l'impiego di finitrici vibranti con caratteristiche adeguate a quelle dimensionali delle superfici di risanamento; qualora le stesse non permettessero l'uso di finitrici, si dovrà ricorrere all'impiego di mezzi d'opera di dimensioni idonee.

Le operazioni di compattazione degli strati dovranno essere realizzate con mezzi d'opera e sequenze adatte a produrre il grado di addensamento e le prestazioni richieste; in via del tutto indicativa. Le operazioni, in relazione ai mezzi di stesa impiegati, saranno effettuate con le seguenti modalità:

- nel caso di stesa con vibro finitrici: per strati non superiori a cm 15 con rulli vibranti lisci o gommati, di peso non inferiore a 10 t.;
- nel caso di stesa con altri mezzi d'opera: con rulli vibranti di adeguate dimensioni o con costipatori meccanici, in tale caso lo spessore degli strati non potrà essere superiore a cm 10.

Le operazioni di stesa e rullatura dovranno essere eseguite nel più breve tempo possibile, preferibilmente entro 2 ore dal confezionamento del misto cementato, e dovranno essere portate a termine entro la fine della giornata lavorativa.

Le operazioni di stesa e compattazione dovranno essere sospese in caso di pioggia o con temperature ambientali prossime a 0 °C.

Qualora tali operazioni vengano eseguite nel periodo estivo si dovrà provvedere a bagnare abbondantemente il piano di posa prima della stesa nonché a proteggere con teloni il materiale nella fase di trasporto per impedire l'evaporazione dell'acqua di impasto.

Le operazioni di stesa e rullatura vanno eseguite nel più breve tempo possibile, preferibilmente entro 2 ore dal confezionamento del misto cementato; va garantito il completamento delle lavorazioni a fine giornata di lavoro.

Maturazione

In considerazione della necessità di ridurre i tempi di limitazione del traffico, il tempo di maturazione del misto cementato non potrà essere inferiore a 24 (ventiquattro) ore, durante le quali dovrà essere interdetto il transito di qualsiasi mezzo, anche di cantiere, sulle aree oggetto di risanamento. Il transito e le operazioni di stesa delle sovrastrutture bitumate sarà ammesso solo dopo le 24 ore dalla stesa e limitatamente ai mezzi gommati.

Aperture anticipate sono consentite solo se previste nella determinazione della resistenza raggiunta dal misto cementato.

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

Controlli sulla qualità e collaudi

In corso d'opera saranno effettuati controlli sulla qualità del misto cementato mediante prove di laboratorio sulla miscela prelevata allo stato fresco al momento della stesa e sulla rispondenza degli spessori di progetto mediante l'estrazione di carote dalla pavimentazione. Sullo strato finito saranno altresì effettuate prove di portanza in conformità alle norme:

- C.N.R. B.U. n. 92 (09/05/83): Determinazione del modulo di reazione "k" dei sottofondi e delle fondazioni in misto granulare
- C.N.R. B.U. n. 141(15/10/92) Determinazione della deflessione di una sovrastruttura flessibile o di un sottofondo stradale mediante deflettometro Benkelmann
- C.N.R. B.U. n. 146(14/12/92) Determinazione del modulo di deformazione Md mediante prova di carico con piastra circolare da 30 cm; Il valore Md, misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo di carico e nell'intervallo di carico compreso fra 0.15 - 0.25 N/mm², non dovrà risultare inferiore a 80 MPa.

L'onere di tutte le prove, compreso quello dell'acquisizione dei relativi certificati, è a totale carico dell'Appaltatore in quanto da ritenere compresa nel prezzo di elenco relativo alla forniture e posa del misto cementato.

L'ubicazione delle prove e dei prelievi sarà definita in corso d'opera da esclusiva ed insindacabile discrezione del Direttore dei lavori.

Il prelievo del misto cementato fresco avverrà in contraddittorio al momento della stesa; sui campioni saranno effettuati:

- controlli della percentuale di cemento
- controlli della distribuzione granulometrica dell'aggregato.

Per la determinazione del contenuto di cemento si farà riferimento alla norma UNI EN 12350-7.

I valori rilevati in sede di controllo dovranno essere conformi a quelli dichiarati nella documentazione presentata prima dell'inizio dei lavori.

Qualora i valori rilevati risultino inferiori al 5% (cinque percento) rispetto a quelli dichiarati verrà applicata, per tutte le superfici oggetto di risanamento, una riduzione del 10% (dieci percento) sul relativo prezzo di offerta.

15. Conglomerati bituminosi di base, binder, usura

15.1. Descrizione

Lo strato di base in conglomerato bituminoso è costituito da un misto granulare, prevalentemente di frantumazione, composto da una miscela di aggregato grosso, fine e filler (secondo le definizioni riportate nella Norma UNI EN 13043:2004 "Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti ed altre aree soggette a traffico", impastato a caldo con bitume semisolido per uso stradale come definito e qualificato dalla Norma UNI EN 12591:2002 "Bitume e leganti bituminosi - Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali", previo preriscaldamento degli aggregati, steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con rulli gommati, vibranti gommati e metallici.

15.1.1 Bitume

I conglomerati di base, binder e usura potranno essere realizzati con bitumi di base oppure con bitumi modificati.

15.1.2 Inerti

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

Il rispetto dei requisiti di accettazione da parte degli inerti impiegati nel conglomerato bituminoso per strati di collegamento ed usura dovrà rispondere a quanto previsto dalla marcatura ed etichettatura CE dei prodotti, secondo quanto previsto all'appendice ZA della norma UNI EN 13043:2004 e verificato sulla base delle prescrizioni in essa contenute.

Si precisa, comunque, che i materiali dovranno essere conformi ai sistemi di attestazione previsti dalla normativa vigente

15.1.3 Aggregato grosso (frazione di dimensioni maggiori di 2 mm)

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

15.1.4 Aggregato fino (frazione di dimensioni minori di 2 mm)

L'aggregato fino di tutte le miscele sarà costituito esclusivamente da sabbie di frantumazione.

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

L'equivalente in sabbia, determinato a Norma UNI EN 933-8:2000, dovrà essere \geq a 80.

15.2. Strato di base

Nella miscela da impiegare per lo strato di base potrà essere impiegata ghiaia non frantumata nella percentuale che potrà, di volta in volta, essere stabilita dal Direttore dei lavori e che, comunque, non potrà essere superiore al 30% in peso.

La perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature, secondo la Norma UNI EN 1097-2:1999, dovrà risultare inferiore al 25%.

15.3. Strato di collegamento (binder)

Per lo strato di collegamento sarà ammesso l'impiego di graniglie ricavate dalla frantumazione delle ghiaie. La perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature, secondo la Norma UNI EN 1097-2:1999, dovrà risultare inferiore al 22%.

15.4. Strato di usura

Dovranno essere impiegati esclusivamente frantumati di cava, con una perdita in peso, alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature in conformità alla Norma UNI EN 1097-2:1999, inferiore al 20% e con le seguenti caratteristiche:

- indice di forma superiore a 0,22 (UNI EN 933-4:2001);
- indice di appiattimento inferiore a 12% (UNI EN 933-3:2004).

Qualora sia previsto l'impiego di inerti provenienti da frantumazione di rocce effusive o con equivalenti caratteristiche, dovranno essere osservate le seguenti prescrizioni:

- » coefficiente di levigatezza accelerata (C.L.A.) > 0,45 (Norma UNI EN 1097-8:2001);
- » indice di forma superiore a 0,25 (UNI EN 933-4:2001);
- » indice di appiattimento inferiore al 10% su ogni pezzatura (UNI EN 933-3:2004).

È facoltà del Direttore dei lavori rifiutare materiali, ancorchè rispondenti ai limiti sopraindicati, che, in precedenti esperienze abbiano provocato nel conglomerato finito inconvenienti quali: rapidi decadimenti del C.A.T., scadente omogeneità nell'impasto per la loro insufficiente affinità con il bitume, ecc.

15.5. Additivi

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

- completamente passanti al setaccio 0,25 mm della serie UNI EN 13043:2004;
- percentuale di passante, in peso, al setaccio 0,125 mm della serie UNI EN 13043:2004, non inferiore a 90;
- percentuale di passante, in peso, al setaccio 0,063 mm della serie UNI EN 13043:2004 non inferiore a 85;

della quantità di additivo minerale, passante per via umida al setaccio n. 0,063, più del 60% deve passare a tale setaccio anche a secco.

15.6. Miscele

In accordo a quanto fissato dalla Direttiva 89/106/CEE ed applicabile ai conglomerati bituminosi, si dovrà garantire la produzione di tutte le miscele nel rispetto delle caratteristiche essenziali ed in conformità a quanto espresso nell'appendice ZA delle citate Norme UNI EN 13108-1:2006.

In ogni caso il conglomerato dovrà essere conforme anche ai sistemi di attestazione previsti dalla normativa vigente.

Le miscele dovranno avere una composizione granulometrica compresa nei fusi di seguito elencati ed una percentuale di bitume, riferita al peso totale degli inerti, compresa tra i sottoindicati intervalli per i diversi tipi di conglomerato.

Qualora sia previsto l'impiego di inerti caratterizzati da elevato peso specifico (loppe d'altoforno), le curve granulometriche ottimali e le percentuali di legante dovranno essere, di volta in volta, approvate dal Direttore dei lavori e dovranno essere tali da garantire il completo rivestimento degli inerti ed il raggiungimento delle caratteristiche prestazionali previste per le varie tipologie dei materiali.

15.7. Composizioni granulometriche indicative (fusi da usare come limiti nelle curve di progetto).

15.7.1 Strato di base

Setacci ISO 565 (serie base + gruppo 2)	Passante totale in peso
--	----------------------------

mm	%
32	100
20	73 - 100
16	60 - 94
12,5	49 - 87
8	38 - 73
4	27-56
2	17 - 40
1	12 - 31
0,5	7 - 22
0,25	5 - 16
0,063	3 - 8

Tabella 0.11 – *Composizione granulometrica – Strato di Base*

Bitume 3%-4,5% del tipo 50-70 o 70-100 come descritto all'art. 3, punto D.

Per strati di spessore compresso non superiore a 10 cm dovranno essere adottate composizioni granulometriche prossime alla curva limite superiore.

15.7.2 Binder

Setacci ISO 565 (serie base + gruppo 2)	Passante totale in peso
mm	%
20	100
16	90 - 100
12,5	78 - 100
8	59 - 813
4	40 - 62
2	25 - 45
1	17 - 36
0,5	9 - 27
0,25	6 - 15
0,063	4 - 8

Tabella 0.12 – *Composizione granulometrica – Binder*

Bitume 4,0%-5,0% del tipo 50-70 o 70-100 come descritto all'art. 3, punto D.

15.7.3 Strato di usura

Setacci ISO 565 (serie base + gruppo 2)	Passante totale in peso	
mm	%	%
	Fuso A	Fuso B
16	-	100
12,5	100	82 - 100
8	74 - 100	61 - 80
4	43 - 68	38 - 58
2	25 - 45	20 - 40
1	19 - 33	15 - 33

Setacci ISO 565 (serie base + gruppo 2)	Passante totale in peso	
0,5	14 - 25	11 - 26
0,25	10 - 19	8 - 19
0,063	5 - 11	5 - 8

Tabella 0.13 – *Composizione granulometrica – Strato di usura*

Bitume 4,0%-5,5% del tipo 50-70 come descritto all'art. 3, punto D.

Il Direttore dei lavori avrà facoltà di decidere, di volta in volta, il fuso di riferimento da adottare.

15.8. Requisiti di accettazione

15.8.1 Prescrizione generale

Tutti i conglomerati, campionati in accordo con la Norma UNI EN 12697-27:2002, ed utilizzati nei lavori oggetto del presente appalto, dovranno possedere ciascuno i requisiti descritti nei paragrafi seguenti.

Ai fini dell'accettazione l'Appaltatore è tenuto a trasmettere alla Direzione Lavori, con almeno 15 giorni di anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni, la qualificazione dei prodotti tramite documentazione tecnica "mix-design" ed a cui, una volta accettato da parte del Direttore dei lavori, l'Appaltatore dovrà attenersi rigorosamente.

15.8.2 Strato di base

Elevata resistenza meccanica cioè capacità di sopportare, senza deformazioni permanenti, le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli e sufficiente flessibilità per poter assecondare, sotto le stesse sollecitazioni, qualunque eventuale assestamento del sottofondo, anche a lunga scadenza.

I valori ed i parametri da soddisfare saranno i seguenti:

- stabilità Marshall (UNI EN 12697-34:2004) eseguita a 60° C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia a norma UNI EN 12697-30:2000, non inferiore a 8 kN;
- rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità, misurata in kN, e lo scorrimento misurato in mm dovrà essere superiore a 2,5.
- percentuale di vuoti residui compresa tra il 3% ed il 6% (UNI EN 12697 - 8:2003) verificata sugli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall.

15.8.3 Strato di collegamento

Elevata resistenza meccanica cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli.

I valori ed i parametri da soddisfare saranno i seguenti:

- stabilità Marshall (UNI EN 12697-34:2004) eseguita a 60° C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia a norma UNI EN 12697-30:2000, non inferiore a 10 kN;
- rigidità Marshall cioè il rapporto tra la stabilità misurata in kN e lo scorrimento misurato in mm dovrà essere superiore a 3.
- percentuale di vuoti residui compresa tra il 3% ed il 6% (UNI EN 12697 - 8:2003) verificata sugli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall.

15.8.4 Strato di usura

15.8.5 Elevata resistenza meccanica e rugosità superficiale. Il valore della stabilità.

I valori ed i parametri da soddisfare saranno i seguenti:

- stabilità Marshall (UNI EN 12697-34:2004) eseguita a 60° C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia a norma UNI EN 12697-30:2000, non inferiore a 12 kN;
- rigidità Marshall cioè il rapporto tra la stabilità misurata in kN e lo scorrimento misurato in mm dovrà essere superiore a 3.
- percentuale di vuoti residui compresa tra il 4% ed il 8% (UNI EN 12697 - 8:2003) verificata sugli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall.

15.9. Formazione e confezione delle miscele

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi automatizzati ed in grado di garantire uniformità di produzione e corrispondenza alle miscele di progetto.

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

La zona destinata all'ammanimento degli inerti dovrà risultare esente da sostanze argillose e ristagni d'acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati.

I cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e le operazioni di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

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

Il tempo di mescolazione sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante.

La temperatura degli aggregati, all'atto della mescolazione, dovrà essere definita in rapporto al tipo di bitume impiegato, in linea generale:

- tra 160° e 180°C quella degli aggregati;
- tra 150 e 180°C quella del legante.

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

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

15.10. Posa in opera

Il piano di posa dovrà risultare perfettamente pulito e privo di residui di qualsiasi natura.

Fatto salvo che per gli strati di base e di collegamento la stesa dei quali sarà effettuata con mezzi idonei alle superfici oggetto di risanamento, le operazioni di stesa dello strato di usura saranno effettuate con l'impiego di finitrici vibranti, in perfetto stato di efficienza, dotate di automatismi di auto livellamento e che dovranno produrre uno strato finito, perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali da ottenere, preferibilmente, mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente.

Qualora ciò non sia possibile il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spalmato con emulsione bituminosa acida al 55% in peso per assicurare la saldatura della striscia successiva.

Nel caso il bordo dovesse risultare danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento, mentre sui giunti di inizio lavorazione si dovrà provvedere all'asporto dello strato sottostante mediante fresatura.

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

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

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, misurata immediatamente dietro la finitrice, dovrà risultare in ogni momento:

- non inferiore a 160°C per conglomerati con bitume modificato;
- non inferiore a 140 °C per conglomerati con bitumi normali.

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa nel caso di condizioni meteorologiche generali che possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

Gli strati eventualmente compromessi dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a totale cura e spese dell'Appaltatore.

La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibro finitrice e condotta a termine senza interruzioni.

L'addensamento dovrà, di norma, essere realizzato con rulli dei seguenti tipi:

- strato di base e di collegamento - rullo combinato vibrante gommato più rullo gommato con almeno sette ruote e peso del rullo di 12 t;
- strato di usura - rulli gommati e vibranti tandem con peso di almeno 10 t.

Potrà essere utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche del peso massimo di 10 t per le operazioni di rifinitura dei giunti e riprese.

Ad operazioni di compattazione ultimate, gli strati di binder e usura dovranno avere una densità uniforme in tutto lo spessore non inferiore al 97% di quella Marshall riscontrata nei controlli all'impianto.

Per lo strato di base si dovranno raggiungere valori di densità superiori al 98%.

Particolare cura dovrà essere posta in modo che la compattazione sia effettuata con la metodologia più idonea ad ottenere un uniforme addensamento in ogni punto, evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La superficie degli strati dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni.

Per lo strato di base la miscela bituminosa sarà stesa sul piano finito della fondazione dopo che sia stata accertata la rispondenza di questa ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza.

Prima della stesa del conglomerato bituminoso su strati di fondazione in misto cementato per garantirne l'ancoraggio dovrà essere rimossa la sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione bituminosa acida al 55% stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso.

15.11. Controlli sulla qualità e collaudi

In corso d'opera saranno effettuati controlli sulla qualità dei conglomerati bituminosi, con particolare riferimento al "mix-design" accettato dal Direttore dei lavori. Tali controlli consisteranno nella verifica sulla rispondenza degli spessori di progetto mediante l'estrazione di carote ed in prove di laboratorio finalizzate a verificare la qualità delle miscele; in particolare consisteranno in:

- contenuto di legante solubile in campioni di miscele bituminose (UNI EN 12697-1:2012);
- analisi granulometrica C.N.R. B.U. 23:1971 e relativa curva;
- verifica stabilità Marshall (UNI EN 12697-34:2004);
- verifica rigidità Marshall cioè il rapporto tra la stabilità misurata in kN e lo scorrimento misurato in mm;
- percentuale di vuoti residui (UNI EN 12697 - 8:2003) verificata sugli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall.

Le prove di cui sopra saranno effettuate sui conglomerati prelevati al momento della stesa e sulla rispondenza degli spessori di progetto mediante l'estrazione di carote.

Qualora i valori rilevati risultino inferiori al 5% (cinquepercento) rispetto a quelli dichiarati verrà applicata, per tutte le superfici oggetto interessate dalla stesa dei conglomerati, una riduzione del 10% (dieci per cento) sul relativo prezzo di offerta.

L'onere di tutte le prove, compreso quello dell'acquisizione dei relativi certificati, è a totale carico dell'Appaltatore in quanto da ritenere compresa nel prezzo di elenco relativo alla forniture e stesa dei conglomerati bituminosi.

L'ubicazione dei prelievi sarà definita in corso d'opera da esclusiva ed insindacabile discrezione del Direttore dei lavori.

III. PROVE DEI MATERIALI

L'Appaltatore ha l'obbligo di prestarsi, in ogni tempo, alle prove sui materiali impiegati o da impiegare nella realizzazione dell'opera appaltata provvedendo, a propria cura e spese, al prelevamento ed invio dei campioni agli Istituti di prova ufficiali nonché, al pagamento delle relative tasse. Dei campioni potrà essere ordinata la conservazione negli Uffici della Stazione Appaltante, munendoli di sigilli e firme della Direzione dei lavori e dell'Impresa, nei modi più adatti a garantirne l'autenticità.

IV. PROGRAMMA DI ESECUZIONE DEI LAVORI

Nel termine fissati dal Capitolato Speciale d'Appalto, dalla data del verbale di consegna, L'Appaltatore ha l'obbligo di predisporre e consegnare al Direttore dei lavori il programma esecutivo dei lavori elaborato, sulla scorta di quello predisposto dalla Stazione appaltante, in relazione alle proprie tecnologie, scelte imprenditoriali ed organizzazione. Il programma, che dovrà essere coerente con i tempi contrattuali di ultimazione, dovrà riportare, per ogni lavorazione:

- le previsioni circa il periodo di esecuzione;
- l'ammontare presunto, parziale e progressivo dell'avanzamento delle opere alle date contrattualmente stabilite per la liquidazione dei certificati di pagamento.

Lo stesso programma dovrà essere sottoposto per l'approvazione al Direttore il quale vi provvederà entro **5 (cinque) giorni** dalla data di ricevimento; trascorso tale termine senza riscontri, il programma si intenderà accettato; ciò, fatti salvi errori o termini palesemente incompatibili con quelli indicati dalla Stazione appaltante e con il rispetto dei termini di ultimazione.

La mancata consegna del programma esecutivo dei lavori, entro i termini sopra indicati, comporterà l'applicazione della penale fissata dal relativo articolo dello schema di contratto.

La Stazione appaltante avrà facoltà, mediante ordine di servizio, di modificare o integrare il programma esecutivo dei lavori, ogni qualvolta lo ritenga indispensabile alla miglior esecuzione delle opere, senza che lo stesso possa opporre rifiuto o farne oggetto di richiesta di maggiori compensi; in particolare:

- per il coordinamento con le prestazioni o le forniture d'impresa o altre ditte estranee al contratto;
- per l'intervento o il mancato intervento di società concessionarie di pubblici servizi le cui reti siano coinvolte, in qualunque modo, con l'andamento dei lavori, purché non imputabile ad inadempimenti o ritardi della Stazione appaltante;
- per l'intervento o il coordinamento con autorità, enti o altri soggetti diversi dalla Stazione appaltante, che abbiano giurisdizione, competenze o responsabilità di tutela sugli immobili, i siti e le aree comunque interessate dal cantiere; a tal fine non sono considerati soggetti diversi le società o aziende controllate o partecipate dalla Stazione appaltante o soggetti titolari di diritti reali sui beni in qualunque modo interessati dai lavori intendendosi, in questi casi, ricondotta la fattispecie alla responsabilità gestionale della Stazione appaltante;
- per la necessità o l'opportunità di eseguire prove sui campioni, prove di carico, tenuta e funzionamento degli impianti, nonché collaudi parziali o specifici;
- qualora richiesto dal Coordinatore per la sicurezza e la salute nel cantiere, in ottemperanza del decreto legislativo n. 81 del 2008. In ogni caso il programma esecutivo dei lavori deve essere coerente con il piano di sicurezza e di coordinamento del cantiere, eventualmente integrato ed aggiornato.

Il rallentamento dell'avanzamento dei lavori, senza giustificato motivo, in misura tale da pregiudicare il completamento entro i limiti di tempo contrattualmente fissati, costituirà grave inadempienza e motivo di rescissione del contratto da parte della Stazione appaltante, previa messa in mora dell'Appaltatore.

Nel caso di consegna parziale, il programma esecutivo dei lavori dovrà prevedere la realizzazione prioritaria delle lavorazioni sulle aree e sugli immobili disponibili; qualora, dopo il completamento di tali lavorazioni permangano le cause di indisponibilità, si farà ricorso alle disposizioni dell'articolo 133 del regolamento generale. Nella programmazione dei lavori l'Appaltatore dovrà prevedere, nel rispetto del tempo utile, i tempi parziali d'ultimazione di tutte le opere con la sola eventuale esclusione del tappeto bituminoso di usura la cui esecuzione, sulla scorta di specifico ordine di servizio, potrà essere rimandata fino a 6 (sei) mesi dalla data di ultimazione, nella stagione più favorevole, senza che ciò costituisca consegna parziale dell'opera e motivo di richiesta di maggiori compensi da parte dell'Appaltatore in quanto, fatto a lui noto fin dall'offerta.

V. RILIEVI, TRACCIAMENTI E RESPONSABILITÀ

In sede di consegna dei lavori l'Appaltatore dovrà presentare le sue osservazioni circa i rilievi del terreno e gli elementi risultanti dal progetto.

Qualora l'Appaltatore intenda far valere pretese derivanti dalla riscontrata difformità dello stato dei luoghi, rispetto a quanto previsto in progetto, dovrà formulare riserva sul verbale di consegna.

L'Appaltatore sarà l'unico responsabile dei tracciamenti che dovranno essere eseguiti a propria cura e spese.

Per patto esplicito resta convenuto che l'Appaltatore solleva la Stazione appaltante da ogni danno o molestia che potessero verificarsi, anche verso Terzi, per eventuali errori di tracciamento.

VI. NORME PER LE MISURAZIONI

I lavori saranno contabilizzati a corpo e a misura in conformità all'art 53 comma 4 del D.Lgs 163/06 così come modificato dall'art. 2 comma 1 lettera m) del D.Lgs 152/08.

L'Appaltatore dovrà, senza alcun corrispettivo, fornire tutti gli utensili, gli strumenti e gli operai necessari ai tracciamenti in loco dei vari lavori, agli accertamenti delle misure ed agli eventuali saggi da eseguire in corso d'opera o in sede di collaudo con l'obbligo di ripristinare, a propria cura e spese, senza alcun compenso, ciò che sia stato alterato o demolito.

Nel prezzo a corpo dell'opera, si intende compresa ogni opera, materiali e spese, (principali, secondarie o provvisorie) che direttamente o indirettamente concorrano all'esecuzione ed al compimento del lavoro.

Lavori finiti (soggetti ad offerta)

Per i lavori, l'Appaltatore dovrà ritenersi compensato sia degli obblighi particolari e degli oneri emergenti dal presente Capitolato che di quelli espressamente indicati negli articoli di analisi del prezzo a corpo.

Oneri della sicurezza (non soggetti a ribasso d'asta)

Non saranno soggetti a offerta prezzi o a ribasso i costi della sicurezza, allegati al piano di sicurezza e coordinamento ed esposti all'art. 3 del presente Capitolato Speciale d'Appalto.