

Provincia di  
REGGIO EMILIA

Regione  
EMILIA ROMAGNA

Comune di  
CADELBOSCO DI SOPRA



Oggetto:

## **PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO**

**LAVORI DI COMPLETAMENTO DI UNA PAVIMENTAZIONE IN  
BATTUTO DI CEMENTO E LAVORI DI ASFALTATURA DI  
VIABILITA' INTERNA DI SERVIZIO  
PRESSO SEDE SABAR SpA, NOVELLARA (RE)**

### **CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO SPECIFICHE TECNICHE**

Progettazione:



**Studio T.En.**

**Studio Associato di Ingegneria**

Via A. Einstein, 11 - 42122 Reggio Emilia

Tel 0522 337096 - Fax 0522 337592

E-mail: info@studioten.it

ing. Stefano Teneggi

Tav. n°:



n°:

Revisione:

Data:

Data:

MAGGIO 2017

Scala:

-

Collaboratori:

1.	OBBLIGHI ED ONERI COMPRESI E COMPENSATI CON I PREZZI DI APPALTO .....	6
2.	VALUTAZIONE DEI LAVORI IN ECONOMIA .....	6
3.	NORME GENERALI PER LA VALUTAZIONE DEI LAVORI.....	7
4.	MISURAZIONE DEGLI SCAVI PER POSA DI CONDOTTE.....	7
5.	MISURAZIONE DEI MATERIALI ARIDI .....	8
6.	MISURAZIONE DEI RIPRISTINI DI PAVIMENTAZIONI STRADALI .....	8
7.	MISURAZIONE DELLE CONDOTTE .....	9
8.	MISURAZIONE DEI PEZZI SPECIALI .....	9
9.	MISURAZIONE DI DEMOLIZIONI MURATURE CEMENTI ARMATI E MASSICCIATE .....	10
10.	MISURAZIONE DEI CALCESTRUZZI E DELLE MURATURE .....	10
11.	MISURAZIONE DEI CEMENTI ARMATI.....	10
12.	MISURAZIONE DELLE IMPERMEABILIZZAZIONI E VERNICIATURE.....	10
13.	PRESCRIZIONI TECNICHE PER L'ESECUZIONE DI NOLI E TRASPORTI.....	10
14.	QUALITA' DEI MATERIALI.....	11
15.	PROVE SUI MATERIALI .....	11
16.	APPROVVIGIONAMENTO DEI MATERIALI.....	12
17.	MATERIE PRIME .....	12
	ACQUA, CALCI AEREE, CALCI IDRAULICHE, LEGANTI CEMENTIZI. ....	12
	INERTI ED AGGREGATI PER IMPASTI E CONGLOMERATI.....	16
	ADDITIVI PER IMPASTI CEMENTIZI .....	17
	CONGLOMERATI CEMENTIZI .....	18
	INERTI ED AGGREGATI PER COSTRUZIONI STRADALI .....	20
	INERTI PER LA FORMAZIONE DI STRATI DRENANTI (GHIAIE E PIETRISCO). ....	22
	LATERIZI .....	22
	PRODOTTI FINITI DI ACCIAIO.....	23
	MATERIALI FERROSI E METALLICI.....	23
	COLORI E VERNICI .....	24
	BITUMI – BITUMI LIQUIDI – EMULSIONI BITUMINOSE - CATRAMI .....	25
	TUBAZIONI IN GENERE.....	26
	TUBAZIONI IN POLIETILENE AD ALTA DENSITÀ (HDPE) .....	28
	TUBAZIONI IN CLORURO DI POLIVINILE (PVC) RIGIDO NON PLASTIFICATO.....	35
	TUBI E RACCORDI DI POLICLORURO DI VINILE (PVC).....	40
	TUBAZIONI IN CEMENTO.....	41
	GECOMPOSITI DRENANTI .....	42
	GEOTESSILI .....	43
	GEOMEMBRANE IN POLIETILENE AD ALTA DENSITÀ (HDPE).....	45
	GECOMPOSITI BENTONITICI (GCL).....	47

	GEOGRIGLIA DI RINFORZO.....	47
	GEOCOMPOSITO DI RINFORZO (GEOSTUOIA GRIMPANTE).....	47
	SEGNALETICA.....	49
	CONDUTTORI.....	49
	SOSTEGNI .....	49
18.	TRACCIAMENTI.....	49
19.	SCAVI IN GENERE .....	50
20.	SCAVI DI SPLATEAMENTO/SBANCAMENTO .....	50
21.	SCAVI E REINTERRI - MODALITÀ ESECUTIVE .....	50
22.	SCAVI DI FONDAZIONE OPPURE IN TRINCEA.....	53
23.	ARMATURA DELLE PARETI DI SCAVO .....	53
24.	PROSCIUGAMENTO DEL TERRENO MEDIANTE WELL-POINT .....	54
25.	SCAVO IN PRESENZA DI AMIANTO .....	55
26.	RINTERRI E RILEVATI COMPATTATI .....	56
27.	RILEVATI ESEGUITI CON TERRE A BASSA PERMEABILITÀ' .....	57
28.	COPERTURA SUPERFICIALE CON TERRENO .....	57
29.	OPERE IN TERRA STABILIZZATE CON CALCE .....	62
30.	RILEVATI ESEGUITI IN TERRE RINFORZATE .....	67
31.	RILEVATI E RINTERRI ADDOSSATI ALLE MURATURE E RIEMPIMENTI CON PIETrame .....	68
32.	DIAFRAMMATURE PLASTICHE PERIMETRALI .....	68
33.	RIVESTIMENTI CON MATERASSI METALLICI A TASCHE.....	70
34.	GABBIONI.....	71
35.	COSTRUZIONE DI GRATICCIATE E GRADONATE VIVE .....	71
36.	SEMINAGIONI E PIANTAGIONI IN GENERALE.....	72
37.	STRUTTURE DI FONDAZIONE.....	72
38.	MALTE E CONGLOMERATI CEMENTIZI.....	73
39.	OPERE E STRUTTURE DI CALCESTRUZZO .....	73
40.	CASSERI, ARMATURE PER OPERE IN CEMENTO ARMATO .....	77
41.	MANUFATTI PREFABBRICATI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO .....	78
42.	OPERE E STRUTTURE IN ACCIAIO .....	83
43.	REQUISITI DEI MATERIALI METALLICI .....	85
44.	STRUTTURE PREFABBRICATE IN ACCIAIO .....	86
45.	TUBAZIONI E PEZZI SPECIALI - QUALITÀ, PROVENIENZA ED ACCETTAZIONE .....	89
46.	NORME GENERALI PER TUBAZIONI E MANUFATTI PER IMPIANTI FOGNANTI .....	89
47.	TUBAZIONI IN ACCIAIO PER RETI ACQUA.....	92

48.	TUBAZIONI E RACCORDI IN GHISA PER RETI ACQUA .....	92
49.	TUBAZIONI IN PVC.....	93
50.	TUBAZIONI IN GRÈS.....	95
51.	TUBAZIONI IN ACCIAIO INOX .....	96
52.	TUBAZIONI IN POLIETILENE PER RETI IN PRESSIONE .....	97
53.	OPERE E LAVORAZIONI PREVISTE SULLA RETE DI CAPTAZIONE DEL BIOGAS.....	97
	RETE DI TRASPORTO DEL BIOGAS .....	97
	RETE DI CAPTAZIONE DEL BIOGAS.....	98
	OPERE DI DEMOLIZIONE E NUOVA INSTALLAZIONE DI TUBAZIONI DEL BIOGAS ...	98
	SOPRAELEVAZIONE DEI POZZI DI CAPTAZIONE DEL BIOGAS .....	99
	TRIVELLAZIONI DI POZZI DEL BIOGAS.....	101
	DEMOLIZIONE DI SOTTOSTAZIONE DI REGOLAZIONE DEL BIOGAS .....	101
	RIMOZIONE ED INSTALLAZIONE IN NUOVA POSIZIONE DI SOTTOSTAZIONE DI REGOLAZIONE DEL BIOGAS.....	101
	NUOVA INSTALLAZIONE DI SOTTOSTAZIONE DI REGOLAZIONE DEL BIOGAS.....	102
54.	TUBI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO AUTOPORTANTE.....	103
55.	TUBAZIONI SCATOLARI AUTOPORTANTI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO .....	105
56.	POSA IN OPERA E COLLAUDO DI TUBAZIONI ACQUA IN ACCIAIO - MODALITA' ESECUTIVE .....	106
57.	POSA IN OPERA E COLLAUDO DI TUBAZIONI ACQUA IN POLIETILENE - MODALITÀ ESECUTIVE .....	107
58.	POSA IN OPERA E COLLAUDO CONDOTTE ACQUA IN GHISA - MODALITA' ESECUTIVE .....	108
59.	POSA IN OPERA DELLE APPARECCHIATURE DI INTERCETTAZIONE.....	109
60.	POSA IN OPERA DEI GIUNTI GIBAULT E PEZZI SPECIALI.....	109
61.	POSA IN OPERA DI SFIATI, IDRANTI, BULLONERIA .....	110
62.	INTERVENTI SU RETI IN ESERCIZIO - MODALITA' ESECUTIVE .....	110
63.	PULIZIA DI FOGNATURE - MISURAZIONE DELLE PRESTAZIONI - MODALITA' DI ESECUZIONE .....	111
64.	PROVE SULLE RETI FOGNARIE.....	112
65.	DRENAGGI E FOGNATURE .....	113
66.	POZZETTO DI ISPEZIONE IN C.A. VIBRATO .....	114
67.	POZZETTO IN PE .....	115
68.	CHIUSINI PER POZZETTI D'ISPEZIONE E CADITOIE.....	115
69.	SPECIFICHE GENERALI PER GLI IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO.....	116
70.	CANALETTA IN CLS POLIMERICO PER CARICHI C 250 .....	118
71.	CANALETTA IN CLS POLIMERICO PER CARICHI D 400 .....	118

72.	CANALETTE PREFABBRICATE .....	118
73.	NASTRO SEGNALATORE.....	118
74.	TRITUBO IN POLIETILENE .....	118
75.	MATERIALI, RACCORDI E POSA IN OPERA TRITUBO PER RETE FIBRE OTTICHE - MODALITA' ESECUTIVE .....	119
76.	POSA DELLA GEOMEMBRANA IN HDPE.....	120
77.	GEOMEMBRANA IMPERMEABILE IN LDPE.....	127
78.	POSA DEI GEOTESSILI .....	127
79.	POSA GEOCOMPOSITO DRENANTE.....	129
80.	DEMOLIZIONE E/O RIMOZIONE DI STRUTTURE IN CALCESTRUZZO SEMPLICE, ARMATO E/O PRECOMPRESSO .....	130
81.	DEMOLIZIONI DI PAVIMENTAZIONI STRADALI .....	131
82.	RIPRISTINI DI PAVIMENTAZIONE STRADALE - MODALITÀ ESECUTIVE .....	132
83.	RIPRISTINO DELLA SEGNALETICA STRADALE .....	133
84.	POSA IN OPERA DELLA SEGNALETICA VERTICALE ED ORIZZONTALE .....	133
85.	ATTRAVERSAMENTI SOTTERRANEI E PARALLELISMI.....	134
86.	ATTRAVERSAMENTI AEREI DI CANALI E CORSI D'ACQUA.....	135
87.	PREPARAZIONE DEL SOTTOFONDO STRADALE.....	136
88.	COSTIPAMENTO DEL TERRENO IN SITO .....	137
89.	FONDAZIONE STRADALE .....	137
90.	FONDAZIONE STRADALE IN PIETRAMME O CIOTTOLAMI.....	138
91.	FONDAZIONE STRADALE IN GHIAIA O PIETRISCO E SABBIA .....	138
92.	MASSICCIATA STRADALE .....	138
93.	CILINDRATURA DELLA MASSICCIATA STRADALE.....	139
94.	MASSICCIATA IN MACADAM ORDINARIO.....	140
95.	MASSICCIATA IN MISTO GRANULOMETRICO A STABILIZZAZIONE MECCANICA.....	141
96.	PREPARAZIONE DELLA SUPERFICIE DELLE MASSICCIATE CILINDRATE.....	141
97.	TRATTAMENTI SUPERFICIALI ESEGUITI CON EMULSIONI BITUMINOSE .....	142
98.	MANTI ESEGUITI MEDIANTE CONGLOMERATI BITUMINOSI SEMIAPERTI.....	143
99.	MANTI ESEGUITI MEDIANTE CONGLOMERATI BITUMINOSI CHIUSI .....	145
100.	MANUFATTI PER CANALIZZAZIONI E RETI.....	147
101.	CORDONATA IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO.....	148
102.	PARACARRI E BARRIERE IN ACCIAIO (BARRIERE DI SICUREZZA .....	149
103.	SEGNALETICA.....	149
104.	IMPIANTO ELETTRICO – DISPOSIZIONI GENERALI .....	149
105.	CAVI ELETTRICI.....	153

---

106.	CANALI PORTACAVI .....	154
107.	PASSERELLA RETTILINEA.....	154
108.	SCATOLE DI DERIVAZIONE .....	154
109.	TUBI ELETTRICI IN PVC E ACCESSORI .....	155
110.	CASSETTE DI DERIVAZIONE.....	155
111.	FRUTTI DI DERIVAZIONE .....	155
112.	SBARRE .....	155
113.	MORSETTI .....	156
114.	PRESE CEE .....	156
115.	SPINE CEE.....	157
116.	CONTROLLORI PROGRAMMABILI .....	157
117.	TRASFORMATORI DI ISOLAMENTO .....	157
118.	SCARICATORI DI CORRENTE DA FULMINE .....	158
119.	QUADRI ELETTRICI PER IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO .....	158
120.	ARMADI PER IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO.....	159
121.	MESSA A TERRA PER IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO .....	159
122.	SOSTEGNI .....	161
123.	TUBAZIONI PER LINEE ELETTRICHE E CAVI .....	161
124.	ACCETTAZIONE DEGLI IMPIANTI .....	162
125.	COLLOCAMENTO IN OPERA .....	162

---

## 1. OBBLIGHI ED ONERI COMPRESI E COMPENSATI CON I PREZZI DI APPALTO

I lavori saranno valutati esclusivamente con i prezzi in contratto; tali prezzi sono sottoscritti dall'Appaltatore in base a calcoli di sua convenienza ed a tutto suo rischio.

Nei prezzi netti contrattuali sono compresi e compensati sia tutti gli obblighi ed oneri generali e speciali richiamati e specificati nel presente Capitolato e negli atti contrattuali, sia gli obblighi ed oneri, che se pur non esplicitamente richiamati, devono intendersi come insiti e consequenziali nella esecuzione delle singole categorie di lavoro e del complesso delle opere, e comunque di ordine generale e necessario a dare i lavori completi in ogni loro parte e nei termini assegnati.

Pertanto l'Appaltatore, nello sottoscrivere il contratto, ha tenuto conto oltre che di tutti gli oneri menzionati, anche di tutte le particolari lavorazioni, forniture e rifiniture eventuali che fossero state omesse negli atti e nei documenti del presente appalto, ma pur necessarie per rendere funzionali le opere e gli edifici in ogni loro particolare e nel loro complesso, onde dare le opere appaltate rispondenti sotto ogni riguardo allo scopo cui sono destinate.

Nei prezzi contrattuali si intende quindi sempre compresa e compensata ogni spesa principale ed accessoria; ogni fornitura, ogni consumo, l'intera mano d'opera specializzata, qualificata e comune, ogni carico, trasporto e scarico in ascesa e discesa; ogni lavorazione e magistero per dare i lavori completamente ultimati nel modo prescritto e ciò anche quando non fosse stata fatta esplicita dichiarazione delle norme di accettazione e di esecuzione sia nel presente capitolato, che negli altri atti dell'appalto, compreso nell'elenco descrittivo delle lavorazioni e forniture, tutti gli oneri e gli obblighi derivanti, precisati nel presente capitolato; ogni spesa generale nonché l'utile dell'appaltatore.

## 2. VALUTAZIONE DEI LAVORI IN ECONOMIA

Le prestazioni in economia diretta saranno assolutamente eccezionali e potranno adottarsi solo per lavori del tutto secondari e di piccola entità. In ogni caso verranno ricompensate soltanto se riconosciute oggetto di un preciso ordine ed autorizzazione scritta preventiva della D.L. .

I materiali e le attrezzature complementari necessarie e per i quali non è previsto in contratto il relativo prezzo a misura, saranno conteggiati in economia applicando i prezzi previsti in elenco; ciò vale anche per la manodopera che l'appaltatore si impegna a fornire in caso di necessità e di specifica richiesta da parte della Direzione Lavori.

In tal caso l'Impresa sarà tenuta a consegnare, entro 10 giorni dalla data dell'esecuzione dei lavori stessi, le bolle giornaliere delle opere, con indicazioni del nome e della qualifica degli operai impiegati, dell'orario di lavoro, dei materiali adoperati e con la descrizione dettagliata anche mediante schizzi.

I lavori in economia così valutati saranno assoggettati al ribasso d'asta e saranno contabilizzati secondo le medesime norme previste per i lavori a misura.

Il tempo da considerarsi nella fatturazione per la manodopera in economia, per i mezzi d'opera e per le attrezzature dovrà essere quello di effettivo impiego.

Pertanto nei lavori in economia in cui si utilizzano mezzi d'opera (escavatore, autocarro, ecc.), gli operatori dell'impresa addetti ai mezzi suddetti, nei momenti di interruzione sul lavoro dell'uso del mezzo, dovranno essere a disposizione del personale dipendente della stazione appaltante per prestazioni di manodopera come aiutante di squadra, intendendosi tale prestazione compresa nel prezzo del nolo del mezzo.

Nel prezzo dei materiali approvvigionati a piè d'opera dovranno comunque intendersi compensati tutti gli oneri e le spese necessarie per dare i materiali in cantiere pronti all'impiego, in cumuli strati fusti, imballaggi, ecc. facili da misurare nel luogo stabilito dall'Appaltatore.

### MANO D'OPERA

Per le prestazioni di mano d'opera saranno osservate le disposizioni e convenzioni stabilite dalle leggi e dai contratti collettivi di lavori, stipulati e convalidati a norma delle leggi sulla disciplina giuridica dei rapporti collettivi.

Nel prezzo della mano d'opera dovrà intendersi compresa e compensata ogni spesa per fornire gli operai degli attrezzi ed utensili del mestiere e per la loro manutenzione, la spesa per l'illuminazione dei cantieri in eventuali lavori notturni, nonché la quota per assicurazioni sociali, per gli infortuni ed accessori di ogni specie, le spese generali e utile dell'Appaltatore.

### NOLI

Nel prezzo dei noli dovrà intendersi compresa e compensata ogni spesa per dare le macchine perfettamente funzionanti in cantiere, con le caratteristiche richieste, complete di conducenti, operai specializzati e relativa manovalanza; la spesa per il combustibile e/o il carburante, l'energia elettrica, il lubrificante e tutto quanto necessario per l'eventuale montaggio e smontaggio, per l'esercizio e per la manutenzione ordinaria e straordinaria delle macchine e l'allontanamento delle stesse a fine lavori.

Dovranno ancora intendersi comprese le quote di ammortamento, manutenzione ed inoperosità, le spese per i pezzi di ricambio, le spese generali e l'utile dell'Appaltatore.

#### MATERIALI A PIÈ D'OPERA

Nel prezzo dei materiali approvvigionati a piè d'opera dovranno intendersi compresi e compensati tutti gli oneri e le spese necessarie per dare i materiali in cantiere pronti all'impiego, in cumuli, strati, fusti, imballaggi, ecc. facili da misurare nel luogo stabilito dalla Direzione Lavori.

Nel prezzo dovrà altresì intendersi compreso l'approntamento di ogni strumento od apparecchio di misura occorrente, l'impiego ed il consumo dei mezzi d'opera, la manodopera per le misurazioni, le spese generali, l'utile dell'Appaltatore ed ogni spesa ed incidenza per forniture, trasporti, cavi, perdite, sfridi, ecc.

Tutte le provviste dei materiali dovranno essere misurate con metodi geometrici, a peso od a numero, come disposto dal presente Capitolato.

#### TRASPORTI

Con i prezzi dei trasporti si intende comprata anche la spesa per i materiali di consumo, la mano d'opera del conducente, e ogni altra spesa occorrente.

I mezzi di trasporto per i lavori in economia debbono essere forniti in pieno stato di efficienza e corrispondere alle prescritte caratteristiche. La valutazione delle materie da trasportare è fatta, a seconda dei casi a volume od a peso, con riferimento alla distanza.

### **3. NORME GENERALI PER LA VALUTAZIONE DEI LAVORI**

La quantità dei lavori e delle provviste sarà determinata a misura, a peso, a corpo, in relazione a quanto previsto nell'elenco descrittivo delle lavorazioni e forniture.

I prezzi in elenco sono comprensivi di ogni compenso principale e provvisionale per macchinari, attrezzature, consumi, trasporti, manodopera, lavorazioni e magisteri occorrenti per eseguire tutti i lavori nel modo prescritto, anche quando ciò non sia esplicitamente dichiarato nei rispettivi articoli dell'elenco descrittivo delle lavorazioni e forniture, nonché dell'utile dell'Impresa e di ogni altro compenso per l'obbligo che questa ha di soggiacere a tutti gli oneri e spese prescritte a carico della stessa.

I prezzi per eventuali lavori non contemplati nell'elenco descrittivo delle lavorazioni e forniture suddetta, relativi a particolari sistemazioni richieste da speciali condizioni di ubicazione e di lavoro, dovranno essere preventivamente concordati con la Direzione Lavori.

I lavori saranno liquidati in base alle misure fissate dal progetto anche se dalle misure di controllo rilevate dagli incaricati dovessero risultare spessori, lunghezze, larghezze e cubature effettivamente superiori. Soltanto nel caso che la D.L. abbia ordinato per iscritto tali maggiori dimensioni, se ne terrà conto nella contabilizzazione.

Nel caso che dalle misure di controllo risultassero dimensioni minori di quelle indicate in progetto o prescritte dalla D.L. sarà facoltà insindacabile della D.L. ordinare la demolizione delle opere e la loro ricostruzione a cura e spese dell'Impresa.

Nel caso che le minore dimensioni accertate fossero compatibili, ad insindacabile giudizio della D.L. con la funzionalità e stabilità delle opere, questo potranno essere accertate e pagate in base alle quantità effettivamente eseguite.

Le misure saranno prese in contraddittorio, man mano che si procederà all'esecuzione dei lavori, e dovranno essere riportate su apposite schede dei lavori che dovranno essere fornite dall'Appaltatore alla Direzione Lavori man mano che i lavori proseguono.

L'appaltatore dovrà, in tempo opportuno, richiedere alla D.L. di valutare in contraddittorio quelle opere e somministrazioni che in progresso di lavoro non si potessero più accertare, rimanendo convenuto che, se alcune quantità non fossero accertate per difetto di ricognizione fatta a tempo debito, l'Impresa dovrà accettare la valutazione della D.L. e sottostare a tutte le spese e danni che a lei potessero derivare dalla tardiva ricognizione.

### **4. MISURAZIONE DEGLI SCAVI PER POSA DI CONDOTTE**

Tutte le misure verranno eseguite in contraddittorio tra la Direzione Lavori e l'impresa.

Le sezioni degli scavi saranno valutate sulla base della larghezza del fondo scavo relativo al piano di posa e verranno stabilite a priori dalla Direzione Lavori.

Tutti gli scavi per la posa di condotte e per la costruzione di opere d'arte saranno valutati a metro cubo.

Il volume degli scavi sarà determinato dal prodotto della superficie di fondo scavo per la profondità dello stesso.

Vengono quindi esclusi dalla misurazione dei volumi di scavo i volumi dovuti alla non verticalità delle pareti e alla esecuzione di gradoni.

Il compenso per tali maggiorazioni dei volumi di scavo, così come quello per l'impiego di palancole armature e altri provvedimenti per evitare franamenti, è compreso nell'importo dei costi per la sicurezza corrisposto a parte. Per superficie di fondo scavo si assumeranno i valori di volta in volta ordinati dalla Direzione Lavori in relazione al diametro della condotta ed alla profondità della stessa senza tener conto dell'eventuale maggior valore che per qualsiasi causa avesse a manifestarsi.

Gli scavi per ricerca tubazione o servizi interrati verranno valutati a metro cubo.

Il volume degli scavi sarà determinato dal prodotto della superficie di fondo scavo per la profondità dello stesso, limitatamente a dove effettivamente si è svolta la ricerca del servizio o della tubazione.

Sono esclusi da tale compenso, perché già compensati nei prezzi delle varie tipologie di scavo, la ricerca per 0,50 m a destra e a sinistra dell'asse della ubicazione preventiva del servizio, nonché l'esecuzione di assaggi per l'individuazione di ostacoli presenti nel sottosuolo laddove gli enti o i privati, proprietari di tali opere, non siano in grado di fornirne l'ubicazione.

La valutazione dei compensi per gli scavi eseguiti in terreno naturale e/o su massicciata stradale, viene determinata, con riferimento ai volumi complessivi dei materiali movimentati in ogni zona omogenea per caratteristiche impiantistiche, logistiche e che abbiano continuità temporale esecutiva, il tutto preventivamente stabilito dalla Direzione Lavori con ordini verbali e/o scritti.

## **5. MISURAZIONE DEI MATERIALI ARIDI**

Tutte le misure verranno eseguite in contraddittorio tra la Direzione Lavori e l'impresa.

La sabbia per la protezione delle condotte e il misto granulare semplice per il tombamento dello scavo saranno valutati sulla base delle sezioni stabilite a priori dalla Direzione Lavori e contabilizzati a metro cubo.

Il volume dei materiali aridi sarà determinato sulla base del prodotto della superficie di fondo scavo moltiplicata per lo spessore dei relativi strati.

Nel calcolo dei volumi sarà detratto quello occupato dalle tubazioni posate.

La valutazione dei compensi per fornitura e la posa in opera degli inerti viene determinata con riferimento ai volumi complessivi per ogni zona omogenea per caratteristiche impiantistiche, logistiche e che abbiano continuità temporale esecutiva, il tutto preventivamente stabilito dalla Direzione Lavori con ordini verbali e/o scritti.

## **6. MISURAZIONE DEI RIPRISTINI DI PAVIMENTAZIONI STRADALI**

La valutazione dei compensi per l'esecuzione dei ripristini ai successivi paragrafi, sarà determinata con riferimento alle superfici complessive per ogni zona omogenea per caratteristiche impiantistiche, logistiche e che abbiano continuità temporale esecutiva, il tutto preventivamente stabilito dalla Direzione Lavori con ordini verbali e/o scritti.

Su richiesta della D.L. dovrà essere presentata documentazione idonea a dimostrare l'effettiva quantità di materiale utilizzato per l'esecuzione dei ripristini bitumati provvisori e definitivi. A tal fine si considererà il peso specifico del binder su autocarro pari a 1.800 kg/m<sup>3</sup> e, una volta posato e compattato, pari a 2.200 kg/m<sup>3</sup>, ovvero quello del tappeto su autocarro pari a 1.900 kg/m<sup>3</sup> e, una volta posato e compattato, pari a 2.300 kg/m<sup>3</sup>, così da rapportare il peso del materiale utilizzato e la superficie realizzata. In caso di mancato raggiungimento del peso minimo necessario a garantire lo spessore medio prescritto, potrà essere ordinato il rifacimento del ripristino, ovvero potrà essere applicata una congrua decurtazione del prezzo in modo almeno proporzionale allo spessore effettivamente realizzato.

Ripristini in misto granulare semplice.

Per il ripristino della pavimentazione stradale, eseguito in modo sia provvisorio, in attesa del ripristino definitivo con conglomerato bituminoso, sia definitivo, su strade con pavimentazione a macadam, eseguito con misto granulare semplice, la misurazione verrà eseguita a volume, sulla base della larghezza di fondo scavo moltiplicata per la lunghezza e lo spessore del ripristino.

Nel compenso per i ripristini sono inclusi gli oneri relativi ai ricarichi necessari in conseguenza del calo dei materiali di riempimento e/o per effetto del traffico stradale, fino all'avvenuto collaudo.

Ripristini in conglomerato bituminoso semichiuso (binder).

Il ripristino del binder, da eseguirsi entro la sezione dello scavo, per posa di rete e allacciamenti, sarà compensato a metro quadro in base alla larghezza effettivamente compresa tra i tagli della pavimentazione effettuati prima della esecuzione dello scavo; in ogni caso non saranno riconosciute larghezze di ripristino superiori alla sezione

del fondo scavo maggiorata di 20 cm, nonché ulteriori maggiorazioni di ripristini dovuti a franamenti o cedimenti dello scavo.

Anche le nicchie per l'esecuzione di riparazioni di servizi interrati danneggiati dall'appaltatore, gli errori nell'esecuzione del taglio dell'asfalto o quant'altro non autorizzato preventivamente dalla Direzione Lavori non saranno compensati.

Ripristini in conglomerato bituminoso chiuso (tappeti di usura).

Il ripristino del tappeto di usura, da eseguirsi dopo il definitivo assestamento degli scavi, sarà misurato a metro quadrato sulla base della superficie effettivamente realizzata.

In ogni caso non saranno riconosciute dimensioni del ripristino eccedenti quanto stabilito e comunque non preventivamente autorizzate dalla Direzione Lavori.

Ripristino con monostrato a semipenetrazione.

Il ripristino stradale realizzato con monostrato a semipenetrazione, da eseguirsi dopo il definitivo assestamento degli scavi, sarà misurato a metro quadrato sulla base della superficie effettivamente realizzata.

## 7. MISURAZIONE DELLE CONDOTTE

Le tubazioni in genere saranno valutate in base al loro peso o alla loro lunghezza secondo le indicazioni dell'elenco descrittivo delle lavorazioni e forniture.

Le tubazioni in ferro per guaine saranno pagate in peso.

La posa in opera delle condotte acqua, così come la fornitura e posa delle condotte fognarie, sarà pagata a metro lineare e la lunghezza delle condotte sarà quella risultante da misure dirette effettuate lungo l'asse della stessa.

Tutti i pezzi speciali come sovrappassi e/o sottopassi ecc. di servizi verranno misurati lungo l'asse della tubazione, mentre i pezzi speciali come curve, manicotti ecc. occorrenti per la realizzazione dei sovrappassi e/o sottopassi verranno conteggiati con le apposite voci d'elenco, sia nel caso di posa di condotte acqua, sia nel caso di fornitura e posa di condotte fognarie.

Tutte le tubazioni saranno contabilizzate detraendo le lunghezze delle apparecchiature, dei pezzi speciali, dei tratti in acciaio per attraversamenti stradali o canali e delle dimensioni esterne dei pozzetti d'ispezione valutate nella direzione della tubazione.

Per le tubazioni in calcestruzzo sarà compreso nel prezzo anche il massetto di posa e gli eventuali elementi lineari con pozzetto applicato sul tubo in corrispondenza delle caditoie laterali.

## 8. MISURAZIONE DEI PEZZI SPECIALI

I pezzi speciali in ghisa o in acciaio saranno valutati in base al peso netto utile dei pezzi da posare, che potrà essere controllato con pesature dirette da farsi in contraddittorio fra la Direzione Lavori e l'appaltatore.

Il compenso per i materiali accessori quali guarnizioni, bulloni, stoppa, grasso, minio, ecc., necessari per il collegamento dei pezzi speciali alle condotte, è compreso in quello delle relative voci dei pezzi speciali stessi.

Eventuali curve e pezzi speciali in genere per tubazioni fognarie in PVC, in polietilene o in CLS saranno valutate, qualora l'onere non fosse già compreso nelle voci di E.P.U. riferite alle tratte rettilinee, considerando lo sviluppo delle curve misurato sull'asse di simmetria.

I pezzi speciali per le tubazioni in polietilene in pressione, escluso i manicotti elettrosaldabili di linea, saranno pagati a numero secondo i prezzi in elenco.

I pezzi speciali in PVC, quali curve, braghe saranno contabilizzate con lunghezze di tubo equivalente secondo la seguente tabella:

PEZZO SPECIALE	DIAMETRI ESTERNI	LUNGHEZZA EQUIVALENTE
curve aperte o chiuse	De 110÷200 mm	1,00
curve aperte o chiuse	De 250÷630 mm	1,25
braghe a 45° o 87°	De 110÷630 mm	1,25
braghe doppie	De 250÷630 mm	1,25
braghe doppie	De 110÷200 mm	1,75
braghe a Y, braghe a scagno	De 250÷630 mm	1,25
braghe a Y, braghe a scagno	De 110÷200 mm	1,75

ispezioni lineari	De 110÷630 mm	1,00
-------------------	---------------	------

## 9. MISURAZIONE DI DEMOLIZIONI MURATURE CEMENTI ARMATI E MASSICCIATE

Le demolizioni di qualsiasi genere verranno compensate a metro cubo di effettivo volume demolito, tranne che nel caso di demolizioni di fognature esistenti in cls o in muratura che saranno compensate come sovrapprezzo lineare delle voci di scavo. Il relativo prezzo comprende il trasporto a rifiuto compreso il relativo onere.

I materiali demoliti rimarranno di proprietà dell'Impresa.

Le demolizioni di massicciata stradale verranno compensate con i relativi prezzi in elenco.

## 10. MISURAZIONE DEI CALCESTRUZZI E DELLE MURATURE

Il conteggio del calcestruzzo e delle murature verrà di regola fatto sul volume in rustico dell'opera eseguita con deduzione di tutti i vani, sfondati ed aperture aventi luce netta superiore a mezzo metro quadrato. Verranno pure dedotti da essi le parti occupate da pietre naturali, cementi armati ed altro che fossero conteggiati o computati a parte anche nelle parti murate.

I calcestruzzi di sottofondo e rinfiacco alle tubazioni saranno valutati conteggiando la sezione prescritta anche quando di fatto essa fosse superiore.

Il prezzo in elenco tiene conto della esecuzione di quest'opera in due tempi e cioè: sottofondo prima della posa dei tubi e rinfiacco dopo la posa di questi.

Prevedendosi l'impossibilità di accertare mediante misure esatte il reale volume di calcestruzzo impiegato per riempimento di vani irregolari e per lavori subacquei, esso sarà dedotto preventivamente misurando il volume degli impasti usati per tali scopi.

## 11. MISURAZIONE DEI CEMENTI ARMATI

Per la valutazione delle opere in cemento armato si terrà conto dell'acciaio e del calcestruzzo effettivamente impiegati, valutando separatamente l'uno e l'altro secondo i prezzi dell'elenco.

Il conteggio di queste opere verrà effettuato valutando le superfici ed i volumi effettivi tenendo conto, cioè, anche delle parti appoggianti sui muri e deducendo i vuoti in esse opere praticati.

Non sarà fatta alcuna detrazione del volume dell'armatura metallica immersa nel conglomerato.

Le casseforme saranno computate in base allo sviluppo delle facce interne a contatto del conglomerato cementizio, ad opera finita. Nel prezzo dei casseri si intendono compresi oltre la loro formazione e disfacimento, anche lo spreco e il consumo di tutti i materiali impiegati.

Il prezzo dell'acciaio comprende il taglio, la piegatura e sagomatura prescritti, nonché la posa in opera con le opportune legature; non sarà pertanto computato lo scarto; il peso di ogni fornitura verrà dedotto, qualora non lo si possa fare direttamente, dal rilievo del materiale effettivamente impiegato.

## 12. MISURAZIONE DELLE IMPERMEABILIZZAZIONI E VERNICIATURE

Le verniciature in qualsiasi modo applicate (a pannello, a rullo ed a spruzzo) saranno valutate per metro quadrato di superficie verniciata secondo i seguenti criteri.

Tubazioni e pozzetti: si considera la superficie effettivamente verniciata misurata in opera.

Accessori metallici delle tubazioni: per le cerniere, appoggi, profilati, mensole, pulvini, ecc., sarà considerato il loro peso effettivo.

Le sigillature qualora non compreso negli oneri per esecuzioni delle opere specifiche saranno valutate in base al loro sviluppo lineare.

## 13. PRESCRIZIONI TECNICHE PER L'ESECUZIONE DI NOLI E TRASPORTI

Opere provvisionali.

Le opere provvisorie, gli apprestamenti e le attrezzature atti a garantire, per tutta la durata dei lavori, la prevenzione degli infortuni e la tutela della salute dei lavoratori sono oggetto di particolari specifiche di cui al Piano di sicurezza allegato.

Le principali norme riguardanti i ponteggi e le impalcature, i ponteggi metallici fissi, i ponteggi mobili, ecc., sono contenute nei D.P.R. 547/55, D.P.R. 164/56, D.P.R. 303/56 e nel D.L. 81/2008 e s.m.i..

**Noleggi**

I noli devono essere espressamente richiesti, solitamente con ordine di servizio, dalla Direzione dei Lavori e sono retribuibili solo se non sono compresi nei prezzi delle opere e/o delle prestazioni.

Le macchine ed attrezzi dati a noleggio devono essere in perfetto stato di esercizio ed essere provvisti di tutti gli accessori necessari per il loro funzionamento.

Sono a carico esclusivo dell'Impresa la manutenzione degli attrezzi e delle macchine affinché siano in costante efficienza.

Il nolo si considera per il solo tempo effettivo, ad ora o a giornata di otto ore, dal momento in cui l'oggetto noleggiato viene messo a disposizione del committente, fino al momento in cui il nolo giunge al termine del periodo per cui è stato richiesto.

Nel prezzo sono compresi: i trasporti dal luogo di provenienza al cantiere e viceversa, il montaggio e lo smontaggio, la manodopera, i combustibili, i lubrificanti, i materiali di consumo, l'energia elettrica, lo sfrido e tutto quanto occorre per il funzionamento dei mezzi.

I prezzi dei noli comprendono le spese generali e l'utile dell'imprenditore.

Per il noleggio dei carri e degli autocarri verrà corrisposto soltanto il prezzo per le ore di effettivo lavoro, rimanendo escluso ogni compenso per qualsiasi altra causa o perditempo.

**Trasporti**

Il trasporto è compensato a metro cubo di materiale trasportato, oppure come nolo orario di automezzo funzionante.

Se la dimensione del materiale da trasportare è inferiore alla portata utile dell'automezzo richiesto a nolo si considererà il quantitativo minimo trasportabile dal mezzo, senza prevedere riduzioni di prezzo.

Nei prezzi di trasporto è compresa la fornitura dei materiali di consumo, i costi di manutenzione ed ammortamento e la manodopera richiesta per la presenza di conducente qualificato alla mansione.

Per le norme riguardanti il trasporto dei materiali si veda il D.P.R. 7 gennaio 1956, capo VII e s.m.i..

#### **14. QUALITÀ DEI MATERIALI**

I materiali in genere, occorrenti per la esecuzione delle opere, proverranno da quelle località o ditte costruttrici che l'appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori, siano riconosciuti delle migliori qualità della specie e rispondano ai requisiti appresso indicati. A tale scopo l'impresa è tenuta, prima dell'approvvigionamento dei materiali, a comunicare alla Direzione Lavori le caratteristiche tecniche di tutto il materiale che intende fornire.

I materiali non riconosciuti idonei dalla Direzione Lavori dovranno essere immediatamente asportati dal cantiere a spese esclusive dell'impresa, la quale sarà tenuta a sostituirli, senza che ciò possa dare alcun pretesto per prolungare il tempo stabilito per l'ultimazione dei lavori.

I materiali ammessi in cantiere possono essere rifiutati dalla Direzione Lavori anche dopo la loro collocazione in opera, qualora risultassero difettosi.

In questo caso i lavori, dietro semplice ordine, verbale o scritto, della Direzione Lavori, dovranno essere rifatti e l'impresa, caricandosi di tutte le spese di rifacimento, riceverà il pagamento del solo lavoro eseguito secondo le condizioni di contratto.

#### **15. PROVE SUI MATERIALI**

La Direzione Lavori, in qualsiasi momento, prima o dopo il loro utilizzo, potrà prescrivere prove sui vari materiali impiegati nell'esecuzione dei lavori.

L'appaltatore sarà obbligato perciò in ogni momento a presentarsi per effettuare tutte le prove o saggi ritenuti idonei od ordinati dalla Direzione Lavori, e quest'ultima avrà il diritto di dettare qualsiasi norma alternativa o complementare in riferimento alle normali prove di collaudo senza che l'appaltatore possa trarne motivo di indennizzo alcuno.

In ogni caso, il prelievo dei vari campioni sarà eseguito in contraddittorio e ne potrà essere ordinata la conservazione in locali indicati dalla Direzione Lavori previa apposizione dei sigilli e delle firme del Direttore Lavori e dell'appaltatore, nei modi più adatti a salvaguardare l'autenticità e la conservazione dei campioni stessi.

Le varie prove ordinate potranno essere eseguite, a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, presso il cantiere, nello stabilimento di origine o produzione, in istituto privato autorizzato nelle forme di legge, ovvero in un istituto universitario per le analisi dei materiali.

I risultati di tali prove od esami saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti e ad essi ci si riferirà a tutti gli effetti del presente appalto.

Qualsiasi spesa, per saggi, prelievi, custodia, invio e trasporto dei campioni, nonché per l'esecuzione delle prove ed i ripristini di qualsiasi manufatto o fornitura che si sia reso necessario manomettere, nonché tutte le spese connesse, sono a totale carico esclusivo dell'appaltatore, indipendentemente dal numero dei saggi o prove prescritte o ordinate dalla Direzione Lavori.

Nell'evenienza che i lavori vengano momentaneamente sospesi, in attesa di regolare certificazione di prove in corso da parte dei vari organi competenti sopra specificati, l'appaltatore non potrà accampare alcun diritto o pretendere indennizzi di sorta, ma solamente richiedere, nel caso che il tempo di attesa risulti considerevole, una proroga sul tempo di ultimazione dei lavori, la cui accettazione è peraltro demandata ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori.

## **16. APPROVVIGIONAMENTO DEI MATERIALI**

I materiali occorrenti per le esecuzioni delle opere appaltate dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio, senza difetti, lavorati secondo le migliori regole d'arte e provenienti dalle migliori fabbriche, cave o fornaci.

Prima di essere impiegati, detti materiali dovranno ottenere l'approvazione della direzione lavori, in relazione alla loro rispondenza ai requisiti di qualità, idoneità, durabilità, ecc. stabiliti dal presente Capitolato.

L'impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo, e a tutte sue spese, alle prove alle quali la direzione riterrà opportuno sottoporre i materiali da impiegare od anche già impiegati ed i campioni di conglomerato, pavimentazione o altre strutture od opere eseguite dall'impresa stessa in dipendenza del presente appalto.

Dette prove dovranno essere effettuate da un laboratorio ufficialmente autorizzato, quando ciò sia disposto da leggi, regolamenti e norme vigenti, o manchino in cantiere le attrezzature necessarie.

Affinché il tempo richiesto per l'esecuzione di tali prove non abbia ad intralciare il regolare corso dei lavori, l'impresa dovrà:

approvvigionare al più presto in cantiere i materiali da sottoporre notoriamente a prove di laboratorio, quali le calci e i leganti idraulici, il bitume;

presentare dopo la consegna dei lavori, campioni dei materiali per i quali sono richieste particolari caratteristiche di resistenza od usura;

ad escludere materiali che in prove precedenti abbiano dato risultati negativi o deficienti;

in genere, a fornire materiali che notoriamente rispondano alle prescrizioni di Capitolato.

Quanto alle qualità e alle caratteristiche cui dovranno corrispondere le varie specie di materiali da impiegarsi, valgono le prescrizioni contenute negli articoli seguenti.

## **17. MATERIE PRIME**

Acqua, calci aeree, calci idrauliche, leganti cementizi.

### **ACQUA**

L'acqua dovrà essere dolce, limpida, non inquinata da materie organiche, priva di sali (particolarmente solfati e cloruri) in percentuali dannose e non essere aggressiva. Nel caso in cui si rendesse necessario, dovrà essere trattata per permettere un grado di purezza adatta all'intervento da eseguire, oppure additivata per evitare l'insorgere di reazioni chimico-fisiche con produzione di sostanze pericolose.

In particolare, l'acqua per impasto dei calcestruzzi e delle malte dovrà rispondere ai requisiti di cui alle Norme tecniche di esecuzione vigenti, emanate in conformità al disposto di cui all'art. 21 della Legge 05.11.1971, n. 1086 - "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica". In merito si veda il D.M. 14/01/2008 e s.m.i..

### **CALCI AEREE**

Le calci aeree dovranno rispondere ai requisiti di accettazione vigenti al momento dell'esecuzione dei lavori. In base alla legge 16 novembre 1939 n. 2231, "Norme per l'accettazione delle calci", capo I, le calci aeree si dividono in:

calce grassa in zolle, di colore pressoché bianco, è il prodotto della cottura di calcari di adatta composizione morfologica e chimica;

calce magra in zolle è il prodotto della cottura di calcari a morfologia e composizione chimica tali da non dare calci che raggiungano i requisiti richiesti per le calci di cui alla lettera a).

calce idrata in polvere è il prodotto dello spegnimento completo delle calci predette, fatto dallo stabilimento produttore in modo da ottenerla in polvere fina e secca.

Si dicono calci aeree magnesiache quelle contenenti più del 20% di MgO.

Per le calci aeree devono essere soddisfatte le seguenti limitazioni, nelle quali le quantità sono espresse percentualmente in peso:

CALCI AEREE		Contenuto CaO + MgO	in umidità	Contenuto carboni impurità	in e
Calce grassa in zolle		94%			
Calce magra in zolle		94%			
Calce idrata in polvere	Fiore di calce	91%	3%	6%	
	Calce idrata da costruzione	82%	3%	6%	

e devono rispondere ai seguenti requisiti fisico-meccanici:

CALCI AEREE	Rendimento grassello	in	Residuo al vaglio da 900 maglie /cm <sup>2</sup>	Residuo al vaglio da 4900 maglie/cm <sup>2</sup>	Prova di stabilità di volume
Calce grassa in zolle	2,5 m <sup>3</sup> /t				
Calce magra in zolle	1,5 m <sup>3</sup> /t				
Calce idrata in polvere	fiore di calce		1%	5%	sì
	calce da costruzione		2%	15%	sì

#### CALCI IDRAULICHE E CEMENTI

Le calci idrauliche si dividono in:

calce idraulica in zolle: prodotto della cottura di calcari argillosi di natura tale che il prodotto cotto risulti di facile spegnimento;

calce idraulica e calce eminentemente idraulica naturale o artificiale in polvere: prodotti ottenuti con la cottura di marne naturali oppure di mescolanze intime ed omogenee di calcare e di materie argillose, e successivi spegnimento, macinazione e stagionatura;

calce idraulica artificiale pozzolanica: miscela omogenea ottenuta dalla macinazione di pozzolana e calce aerea idratata;

calce idraulica siderurgica: miscela omogenea ottenuta dalla macinazione di loppa basica di alto forno granulata e di calce aerea idratata.

L'uso della calce idrata dovrà essere preventivamente autorizzato dalla Direzione dei Lavori, con valutazione delle caratteristiche di contenuto e di resistenza.

I cementi, da impiegare in qualsiasi lavoro dovranno rispondere, per composizione, finezza di macinazione, qualità, presa, resistenza ed altro, alle norme di accettazione di cui alla legge 26 maggio 1965 n. 595 e al D.M. 31 agosto 1972, e s.m.i. Per quanto riguarda composizione, specificazione e criteri di conformità per i cementi comuni, si farà riferimento a quanto previsto dal D.M. 19 settembre 1993 che recepisce le norme unificate europee con le norme UNI EN 197 e s.m.i..

Ai sensi della legge 26 maggio 1965 n. 595, e s.m.i., i cementi si dividono in:

Cementi:

cemento portland: prodotto ottenuto per macinazioni di clinker (consistente essenzialmente in silicati idraulici di calcio), con aggiunta di gesso o anidrite dosata nella quantità necessaria per regolarizzare il processo di idratazione;

cemento pozzolanico: miscela omogenea ottenuta con la macinazione di clinker portland e di pozzolana o di altro materiale a comportamento pozzolanico, con la quantità di gesso o anidrite necessaria a regolarizzare il processo di idratazione;

cemento d'alto forno: miscela omogenea ottenuta con la macinazione di clinker portland e di loppa basica granulata di alto forno, con la quantità di gesso o anidrite necessaria per regolarizzare il processo di idratazione.

*Cemento alluminoso*: prodotto ottenuto con la macinazione di clinker costituito essenzialmente da alluminati idraulici di calcio.

*Cementi per sbarramenti di ritenuta*: cementi normali, di cui alla lettera A, i quali abbiano i particolari valori minimi di resistenza alla compressione fissati con decreto ministeriale e la cui costruzione è soggetta al regolamento approvato con decreto del Presidente della Repubblica 1° novembre 1959, n. 1363,

Agglomeranti cementizi.

Per agglomeranti cementizi s'intendono i leganti idraulici che presentano resistenze fisiche inferiori o requisiti chimici diversi da quelli che verranno stabiliti per i cementi normali. Essi si dividono in agglomerati cementizi:

a lenta presa;

a rapida presa.

Gli agglomerati cementizi in polvere non devono lasciare, sullo staccio formato con tela metallica unificata avente apertura di maglie 0,18 (0,18 UNI 2331), un residuo superiore al 2%; i cementi normali ed alluminosi non devono lasciare un residuo superiore al 10% sullo staccio formato con tela metallica unificata avente apertura di maglia 0,09 (0,09 UNI 2331).

In base all'art. 5 del R.D. n. 2229 del 16 novembre 1939 il cemento deve essere esclusivamente a lenta presa e rispondere ai requisiti di accettazione prescritti nelle norme per i leganti idraulici in vigore all'inizio della costruzione. Per lavori speciali il cemento può essere assoggettato a prove supplementari.

Il costruttore ha l'obbligo della buona conservazione del cemento che non debba impiegarsi immediatamente nei lavori, curando tra l'altro che i locali, nei quali esso viene depositato, siano asciutti e ben ventilati. L'impiego di cemento giacente da lungo tempo in cantiere deve essere autorizzato dal Direttore dei Lavori sotto la sua responsabilità.

L'art. 9 dello stesso decreto prescrive che la dosatura di cemento per getti armati deve essere non inferiore a 300 kg per m<sup>3</sup> di miscuglio secco di materia inerte (sabbia e ghiaia o pietrisco); per il cemento alluminoso la dosatura minima può essere di 250 kg per m<sup>3</sup>. In ogni caso occorre proporzionare il miscuglio di cemento e materie inerti in modo da ottenere la massima compattezza.

Il preventivo controllo si deve di regola eseguire con analisi granulometrica o con misura diretta dei vuoti mediante acqua o con prove preliminari su travetti o su cubi. I cementi normali e per sbarramenti di ritenuta, utilizzati per confezionare il conglomerato cementizio normale, armato e precompresso, devono essere previamente controllati e certificati secondo procedure di cui al regolamento C.N.R. – I.C.I.T.E. del "Servizio di controllo e certificazione dei cementi", allegato al decreto 9 marzo 1988 n. 126 (rapporto n. 720314/265 del 14 marzo 1972). I cementi indicati nella legge 26 maggio 1965, n. 595, saggiati su malta normale, secondo le prescrizioni e le modalità indicate nel successivo art. 10, debbono avere i seguenti limiti minimi di resistenza meccanica, con tolleranza del 5%:

CEMENTI	Resistenza a flessione:				Resistenza a compressione				
	dopo 24 ore kg/cm <sup>2</sup>	dopo 3 giorni kg/cm <sup>2</sup>	dopo 7 giorni kg/cm <sup>2</sup>	dopo 28 giorni kg/cm <sup>2</sup>	dopo 24 ore kg/cm <sup>2</sup>	dopo 3 giorni kg/cm <sup>2</sup>	dopo 7 giorni kg/cm <sup>2</sup>	dopo 28 giorni kg/cm <sup>2</sup>	dopo 90 giorni kg/cm <sup>2</sup>
Normale	-	-	40	60	-	-	175	325	-
Ad alta resistenza	-	40	60	70	-	175	325	425	-
Ad alta resistenza e rapido indurimento	0	60	-	80	175	325	-	525	-
ALLUMINOSO	175	60	-	80	175	325	-	525	-

CEMENTI		perdita al fuoco	residuo o insolubile	contenuto di SO <sub>3</sub>	contenuto di MgO	risultato positivo del saggio di pozzolanicità	contenuto di zolfo da solfuri	contenuto di Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Portland	normale	< 5	< 3	< 3,5	< 4	---	---	---
	alta	5	3	< 4	< 4	---	---	---

	resistenza							
	ad alta resistenza e rapido indurimento	< 5	3	< 4	< 4	---	---	---
Pozzolanico	normale	< 7	< 16	3,5	< 3 *	Si	---	---
	ad alta resistenza	7	< 16	4	< 3 *	Si	---	---
	ad alta resistenza e rapido indurimento	7	< 16	< 4	< 3 *	Si	---	---
D'altoforno	normale	< 5	< 3	< 3,5	< 7**	---	< 2	---
	ad alta resistenza	< 5	< 3	< 4	< 7**	---	< 2	---
	ad alta resistenza e rapido indurimento	< 5	< 3	< 4	< 7**	---	< 2	---
CEMENTO ALLUMINOSO	normale	< 5	< 3	< 3	< 3	---	< 2	< 35
	ad alta resistenza	< 5	< 3	< 3	< 3	---	< 2	< 35
	ad alta resistenza e rapido indurimento	< 5	< 3	< 3	< 3	---	< 2	< 35
AGGLOMERATO CEMENTIZIO		---	---	< 3,5	< 4	---	---	---

[\*] Solubile in HCl

[\*\*] È ammesso per il cemento d'alto forno anche un contenuto di MgO superiore al 7%, purché detto cemento risponda alla prova di indeformabilità in autoclave (v. art. 4, comma 2°). Il clinker di cemento Portland impiegato deve naturalmente corrispondere come composizione a quella definita per il cemento Portland. I cementi d'altoforno contenenti più del 7% di MgO non debbono dare alla prova di espansione in autoclave una dilatazione superiore a 0,50%.

Dall'inizio dell'impasto i tempi di presa debbono essere i seguenti:

	INIZIO PRESA	TERMINE PRESA
CEMENTI NORMALI E AD ALTA RESISTENZA	non prima di 30 minuti	non dopo 12 ore
CEMENTO ALLUMINOSO	non prima di 30 minuti	non dopo 10 ore
CEMENTI PER SBARRAMENTI DI RITENUTA	non prima di 45 minuti	non dopo 12 ore
AGGLOMERATI CEMENTIZI A LENTA PRESA	non prima di 45 minuti	non dopo 12 ore
AGGLOMERATI CEMENTIZI A RAPIDA PRESA	almeno un minuto	al più 30 minuti

Per la corrispondenza tra le denominazioni dei cementi di cui alla norma UNI-EN 197/1 e quelli indicati nelle norme italiane previgenti, si farà riferimento al D.M. 13 settembre 1993. Tutti i cementi devono riportare le indicazioni dei limiti minimi di resistenza a compressione a 28 giorni, di cui all'art. 1 del D.M. 3 giugno 1968.

I cementi, gli agglomeranti cementizi e le calci idrauliche in polvere debbono essere forniti:

in sacchi sigillati;

in imballaggi speciali a chiusura automatica a valvola che non possono essere aperti senza lacerazione; alla rinfusa.

Se i leganti idraulici sono forniti in sacchi sigillati essi dovranno essere del peso di 50 chilogrammi chiusi con legame munito di sigillo. Il sigillo deve portare impresso in modo indelebile il nome della ditta fabbricante e del

relativo stabilimento nonché la specie del legante. Deve essere inoltre fissato al sacco, a mezzo del sigillo, un cartellino resistente sul quale saranno indicati con caratteri a stampa chiari e indelebili:

la qualità del legante;

lo stabilimento produttore;

la quantità d'acqua per la malta normale;

le resistenze minime a trazione e a compressione dopo 28 giorni di stagionatura dei provini.

Se i leganti sono forniti in imballaggi speciali a chiusura automatica a valvola che non possono essere aperti senza lacerazione, le indicazioni di cui sopra debbono essere stampate a grandi caratteri sugli imballaggi stessi. I sacchi debbono essere in perfetto stato di conservazione; se l'imballaggio fosse comunque manomesso o il prodotto avariato, la merce può essere rifiutata. Se i leganti sono forniti alla rinfusa, la provenienza e la qualità degli stessi dovranno essere dichiarate con documenti di accompagnamento della merce. Le calci idrauliche naturali, in zolle, quando non possono essere caricate per la spedizione subito dopo l'estrazione dai forni, debbono essere conservate in locali chiusi o in sili al riparo degli agenti atmosferici. Il trasporto in cantiere deve eseguirsi al riparo dalla pioggia o dall'umidità.

L'Appaltatore dovrà approvvigionare il cemento presso fabbriche che diano adeguate garanzie per l'espletamento della fornitura con costanza di caratteristiche e prendere tutti i provvedimenti necessari ad assicurare l'efficacia e la regolarità dei controlli in generale.

Inerti ed aggregati per impasti e conglomerati (sabbia, ghiaia e pietrisco, pomice, perlite, vermiculite, polistirene, argilla espansa).

#### INERTI ED AGGREGATI

In base al D.M. 14/01/2008., gli inerti, naturali o di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose ed argillose, di gesso, ecc., in proporzioni nocive all'indurimento del conglomerato od alla conservazione delle armature.

Gli inerti, quando non espressamente stabilito, possono provenire da cava in acqua o da fiume, a seconda della località dove si eseguono i lavori ed in rapporto alle preferenze di approvvigionamento: in ogni caso dovranno essere privi di sostanze organiche, impurità ed elementi eterogenei. Gli aggregati devono essere disposti lungo una corretta curva granulometrica, per assicurare il massimo riempimento dei vuoti interstiziali. Tra le caratteristiche chimico-fisiche degli aggregati occorre considerare anche il contenuto percentuale di acqua, per una corretta definizione del rapporto a/c, ed i valori di peso specifico assoluto per il calcolo della miscela d'impasto. La granulometria inoltre dovrà essere studiata scegliendo il diametro massimo in funzione della sezione minima del getto, della distanza minima tra i ferri d'armatura e dello spessore del copriferro. La ghiaia o il pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto ed all'ingombro delle armature. Gli inerti normali sono, solitamente, forniti sciolti; quelli speciali possono essere forniti sciolti, in sacchi o in autocisterne. Entrambi vengono misurati a metro cubo di materiale assestato su automezzi per forniture di un certo rilievo, oppure a secchie, di capacità convenzionale pari ad 1/100 di metro cubo nel caso di minimi quantitativi.

#### SABBIA

In base al R.D. n. 2229 del 16 novembre 1939, capo II, la sabbia naturale o artificiale dovrà risultare bene assortita in grossezza, sarà pulitissima, non avrà tracce di sali, di sostanze terrose, limacciose, fibre organiche, sostanze friabili in genere e sarà costituita di grani resistenti, non provenienti da roccia decomposta o gessosa. Essa deve essere scricchiolante alla mano, non lasciare traccia di sporco, non contenere materie organiche, melmose o comunque dannose; deve essere lavata ad una o più riprese con acqua dolce, qualora ciò sia necessario, per eliminare materie nocive e sostanze eterogenee. Le dimensioni dei grani costituenti la sabbia dovranno essere tali da passare attraverso un vaglio di fori circolari del diametro:

di 2 mm se si tratta di lavori di murature in genere;

di 1 mm se si tratta degli strati grezzi di intonaci e di murature di paramento;

di ½ mm se si tratta di colla per intonaci e per murature di paramento.

L'accettabilità della sabbia dal punto di vista del contenuto in materie organiche verrà definita con i criteri indicati nell'allegato 1 del D.M. 3 giugno 1968 e successive modifiche ed integrazioni, sui requisiti di accettazione dei cementi. In base a tale decreto, la sabbia normale è una sabbia silicea, composta, a granuli tondeggianti, la cui distribuzione granulometrica deve essere contenuta nel fuso granulometrico individuato dalla tabella seguente:

Designazione della tela	Luce netta (in mm)	Residuo cumulativo (percentuale in peso)
2,00 UNI 2331	2,00	0
1,70 UNI 2331	1,70	5 ± 5
1,00 UNI 2331	1,00	33 ± 5
0,50 UNI 2331	0,50	67 ± 5
0,15 UNI 2331	0,15	88 ± 5
0,08 UNI 2331	0,08	98 ± 2

Per ogni partita di sabbia normale, il controllo granulometrico deve essere effettuato su un campione di 100 g. L'operazione di stacciatura va eseguita a secco su materiale essiccato ed ha termine quando la quantità di sabbia che attraversa in un minuto qualsiasi setaccio risulta inferiore a 0,5 g. La sabbia da impiegarsi nella formazione dei calcestruzzi, dovrà avere le qualità stabilite dal D.M. 27 luglio 1985 e successive modifiche ed integrazioni, che approva le "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche".

#### GHIAIA E PIETRISCO

Per la qualità di ghiaie e pietrischi da impiegarsi nella formazione dei calcestruzzi valgono le stesse norme prescritte per le sabbie. In base al R.D. n. 2229 del 16 novembre 1939, capo II, la ghiaia deve essere ad elementi puliti di materiale calcareo o siliceo, bene assortita, formata da elementi resistenti e non gelivi, scevra da sostanze estranee, da parti friabili, terrose, organiche o comunque dannose. La ghiaia deve essere lavata con acqua dolce, qualora ciò sia necessario per eliminare le materie nocive. Qualora invece della ghiaia si adoperi pietrisco questo deve provenire dalla frantumazione di roccia compatta, durissima, silicea o calcarea pura e di alta resistenza alle sollecitazioni meccaniche, esente da materie terrose, sabbiose e, comunque, eterogenee, non gessosa né geliva, non deve contenere impurità né materie pulverulenti, deve essere costituito da elementi, le cui dimensioni soddisfino alle condizioni indicate per la ghiaia. Il pietrisco deve essere lavato con acqua dolce qualora ciò sia necessario per eliminare materie nocive. Le dimensioni degli elementi costituenti ghiaie e pietrischi dovranno essere tali da passare attraverso un vaglio di fori circolari del diametro:

di 5 cm se si tratta di lavori di fondazione o di elevazione, muri di sostegno, piedritti, rivestimenti di scarpe e simili;

di 4 cm se si tratta di volti di getto;

di 3 cm se si tratta di cappe di volti o di lavori in cemento armato od a pareti sottili.

Gli elementi più piccoli delle ghiaie e dei pietrischi non devono passare in un vaglio a maglie rotonde in un centimetro di diametro, salvo quando vanno impiegati in cappe di volti od in lavori in cemento armato ed a pareti sottili, nei quali casi sono ammessi anche elementi più piccoli. Se il cemento adoperato è alluminoso, è consentito anche l'uso di roccia gessosa, quando l'approvvigionamento d'altro tipo risulti particolarmente difficile e si tratti di roccia compatta, non geliva e di resistenza accertata.

#### Additivi per impasti cementizi

Gli additivi sono sostanze di diversa composizione chimica, in forma di polveri o di soluzioni acquose, classificati secondo la natura delle modificazioni che apportano agli impasti cementizi. La norma UNI EN 934-2: 2009 classifica gli additivi aventi, come azione principale, quella di:

fluidificante e superfluidificante di normale utilizzo che sfruttano le proprietà disperdenti e bagnanti di polimeri di origine naturale e sintetica. La loro azione si esplica attraverso meccanismi di tipo elettrostatico e favorisce l'allontanamento delle singole particelle di cemento in fase di incipiente idratazione le une dalle altre, consentendo così una migliore bagnabilità del sistema, a parità di contenuto d'acqua;

aerante, il cui effetto viene ottenuto mediante l'impiego di particolari tensioattivi di varia natura, come sali di resine di origine naturale, sali idrocarburi solfonati, sali di acidi grassi, sostanze proteiche, ecc. Il processo di funzionamento si basa sull'introduzione di piccole bolle d'aria nell'impasto di calcestruzzo, le quali diventano un tutt'uno con la matrice (gel) che lega tra loro gli aggregati nel conglomerato indurito. La presenza di bolle d'aria favorisce la resistenza del calcestruzzo ai cicli gelo-disgelo;

ritardante, che agiscono direttamente sul processo di idratazione della pasta cementizia rallentandone l'inizio della presa e dilatando l'intervento di inizio e fine-presa. Sono principalmente costituiti da polimeri derivati dalla lignina opportunamente solfonati, o da sostanze a tenore zuccherino provenienti da residui di lavorazioni agro-alimentari;

accelerante, costituito principalmente da sali inorganici di varia provenienza (cloruri, fosfati, carbonati, etc.) che ha la proprietà di influenzare i tempi di indurimento della pasta cementizia, favorendo il processo di aggregazione

della matrice cementizia mediante un meccanismo di scambio ionico tra tali sostanze ed i silicati idrati in corso di formazione;

antigelo, che consente di abbassare il punto di congelamento di una soluzione acquosa (nella fattispecie quella dell'acqua d'impasto) e il procedere della reazione di idratazione, pur rallentata nella sua cinetica, anche in condizioni di temperatura inferiori a 0°.

Per ottenere il massimo beneficio, ogni additivazione deve essere prevista ed eseguita con la massima attenzione, seguendo alla lettera le modalità d'uso dei fabbricanti. Il calcolatore-progettista delle opere in c.a. potrà richiedere, per l'esecuzione di determinate strutture, raggiunta di additivi agli impasti cementizi per accelerare o ritardarne l'indurimento e/o la presa, oppure per migliorarne la fluidità, la impermeabilità o la resistenza al gelo. L'Appaltatore dovrà osservare scrupolosamente le direttive e le prescrizioni che gli verranno impartite dal calcolatore-progettista stesso circa il tipo, la qualità, la quantità e le modalità di impiego delle sostanze additivanti. Gli additivi per impasti cementizi dovranno possedere le caratteristiche ed i requisiti indicati dalle Norme di Unificazione vigenti in materia; gli additivi che sottoposti a controlli e prove di idoneità non risultassero conformi alle prescrizioni contenute nelle suddette Norme, dovranno essere immediatamente allontanati dal cantiere.

### Conglomerati cementizi

Il conglomerato cementizio, ove non diversamente specificato, deve avere resistenza caratteristica  $C \geq 25/30$ . In base al D.M. 3 giugno 1968 le proporzioni in peso sono le seguenti: una parte di cemento, tre parti di sabbia composta perfettamente secca e mezza parte di acqua (rapporto acqua: legante 0,5). Il legante, la sabbia, l'acqua, l'ambiente di prova e gli apparecchi debbono essere ad una temperatura di  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ . L'umidità relativa dell'aria dell'ambiente di prova non deve essere inferiore al 75%. Ogni impasto, sufficiente alla confezione di tre provini, è composto di 450 g di legante, 225 g di acqua, 1350 g di sabbia. Le pesate dei materiali si fanno con una precisione di  $\pm 0,5\%$ . In base al D.M. 14/01/2008. la distribuzione granulometrica degli inerti, il tipo di cemento e la consistenza dell'impasto devono essere adeguati alla particolare destinazione del getto, ed al procedimento di posa in opera del conglomerato. Il quantitativo d'acqua, ove non diversamente specificato, deve essere il minimo necessario a consentire una buona lavorabilità del conglomerato tenendo conto anche dell'acqua contenuta negli inerti.

Partendo dagli elementi già fissati il rapporto acqua-cemento, e quindi il dosaggio del cemento, dovrà essere scelto in relazione alla resistenza richiesta per il conglomerato. L'impiego degli additivi dovrà essere subordinato all'accertamento dell'assenza di ogni pericolo di aggressività. L'impasto deve essere fatto con mezzi idonei ed il dosaggio dei componenti eseguito con modalità atte a garantire la costanza del proporzionamento previsto in sede di progetto. La lavorabilità è la proprietà del calcestruzzo fresco che definisce la capacità dell'impasto di essere manipolato e costipato. Con la determinazione della consistenza, eseguita solitamente con il cono di Abrams, si ha una precisa indicazione sul grado di lavorabilità del calcestruzzo. Essa si determina con la misura dello SLUMP; quanto maggiore sarà lo slump quanto più lavorabile sarà il calcestruzzo e più facile risulterà la sua messa in opera. Misura dell'abbassamento del cono (slump test) secondo la norma UNI EN 12350-2.

Classe di consistenza	Abbassamento al cono (in mm)	Denominazione corrente	Campo di applicazione consigliato
<b>S1</b>	da 10 a 40	Umida	
<b>S2</b>	da 50 a 90	Plastica	Cordoli, fognature
<b>S3</b>	da 100 a 150	Semifluida	Scale, rampe, coperture inclinate
<b>S4</b>	da 160 a 210	Fluida	Fondazioni, pareti, pilastri, travi, solai
<b>S5</b>	oltre 220	Superfluida	Strutture sottili, solette molto armate, pavimentazioni

Nel valutare la durabilità di una struttura è importante considerare l'ambiente in cui l'opera è destinata a sorgere. Le azioni ambientali sono classificate attraverso l'appartenenza a classi di esposizione come specificato dalle norme UNI 11104:2004 e UNI EN 206:2010.

Classe esposizione norma UNI 9858	Classe esposizione norma UNI 11104 UNI EN 206-1	Descrizione dell'ambiente	Esempio	Massimo rapporto a/c	Minima Classe di resistenza	Contenuto minimo in aria (%)
<b>1 Assenza di rischio di corrosione o attacco</b>						
1	X0	Per calcestruzzo privo di armatura o inserti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo/disgelo, o attacco chimico. Calcestruzzi con armatura o inserti metallici in ambiente molto asciutto.	Interno di edifici con umidità relativa molto bassa. Calcestruzzo non armato all'interno di edifici. Calcestruzzo non armato immerso in suolo non aggressivo o in acqua non aggressiva. Calcestruzzo non armato soggetto a cicli di bagnato asciutto ma non soggetto ad abrasione, gelo o attacco chimico.	-	C 12/15	
<b>2 Corrosione indotta da carbonatazione</b>						
Nota - Le condizioni di umidità si riferiscono a quelle presenti nel copriferro o nel ricoprimento di inserti metallici, ma in molti casi si può considerare che tali condizioni riflettano quelle dell'ambiente circostante. In questi casi la classificazione dell'ambiente circostante può essere adeguata. Questo può non essere il caso se c'è una barriera fra il calcestruzzo e il suo ambiente.						
2 a	XC1	Asciutto o permanentemente bagnato.	Interni di edifici con umidità relativa bassa. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con le superfici all'interno di strutture con eccezione delle parti esposte a condensa, o immerse in acqua.	0,60	C 25/30	
2 a	XC2	Bagnato, raramente asciutto.	Parti di strutture di contenimento liquidi, fondazioni. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso prevalentemente immerso in acqua o terreno non aggressivo.	0,60	C 25/30	
5 a	XC3	Umidità moderata.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici esterne riparate dalla pioggia, o in interni con umidità da moderata ad alta.	0,55	C 28/35	
4 a 5 b	XC4	Ciclicamente asciutto e bagnato.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici soggette a alternanze di asciutto ed umido. Calcestruzzi a vista in ambienti urbani. Superfici a contatto con l'acqua non comprese nella classe XC2.	0,50	C 32/40	
<b>3 Corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare</b>						
5 a	XD1	Umidità moderata.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in superfici o parti di ponti e viadotti esposti a spruzzi d'acqua contenenti cloruri.	0,55	C 28/35	
4 a 5 b	XD2	Bagnato, raramente asciutto.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in elementi strutturali totalmente immersi in acqua anche industriale contenente cloruri (Piscine).	0,50	C 32/40	
5 c	XD3	Ciclicamente bagnato e asciutto.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, di elementi strutturali direttamente soggetti agli agenti disgelanti o agli spruzzi contenenti agenti disgelanti. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, elementi con una superficie immersa in acqua contenente cloruri e l'altra esposta all'aria. Parti di ponti, pavimentazioni e parcheggi per auto.	0,45	C 35/45	

Classe esposizione norma UNI 9858	Classe esposizione norma UNI 11104 UNI EN 206-1	Descrizione dell'ambiente	Esempio	Massimo rapporto a/c	Minima Classe di resistenza	Contenuto minimo in aria (%)
<b>4 Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare</b>						
4 a 5 b	<b>XS1</b>	Esposto alla salsedine marina ma non direttamente in contatto con l'acqua di mare.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali sulle coste o in prossimità.	0,50	C 32/40	
	<b>XS2</b>	Permanentemente sommerso.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso di strutture marine completamente immersi in acqua.	0,45	C 35/45	
	<b>XS3</b>	Zone esposte agli spruzzi o alle marea.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali esposti alla battigia o alle zone soggette agli spruzzi ed onde del mare.	0,45	C 35/45	
<b>5 Attacco dei cicli di gelo/disgelo con o senza disgelanti *</b>						
2 b	<b>XF1</b>	Moderata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante.	Superfici verticali di calcestruzzo come facciate e colonne esposte alla pioggia ed al gelo. Superfici non verticali e non soggette alla completa saturazione ma esposte al gelo, alla pioggia o all'acqua.	0,50	C 32/40	
3	<b>XF2</b>	Moderata saturazione d'acqua, in presenza di agente disgelante.	Elementi come parti di ponti che in altro modo sarebbero classificati come XF1 ma che sono esposti direttamente o indirettamente agli agenti disgelanti.	0,50	C 25/30	3,0
2 b	<b>XF3</b>	Elevata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante	Superfici orizzontali in edifici dove l'acqua può accumularsi e che possono essere soggetti ai fenomeni di gelo, elementi soggetti a frequenti bagnature ed esposti al gelo.	0,50	C 25/30	3,0
3	<b>XF4</b>	Elevata saturazione d'acqua, con presenza di agente antigelo oppure acqua di mare.	Superfici orizzontali quali strade o pavimentazioni esposte al gelo ed ai sali disgelanti in modo diretto o indiretto, elementi esposti al gelo e soggetti a frequenti bagnature in presenza di agenti disgelanti o di acqua di mare.	0,45	C 28/35	3,0
<b>6 Attacco chimico**</b>						
5 a	<b>XA1</b>	Ambiente chimicamente debolmente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Contenitori di fanghi e vasche di decantazione. Contenitori e vasche per acque reflue.	0,55	C 28/35	
4 a 5 b	<b>XA2</b>	Ambiente chimicamente moderatamente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Elementi strutturali o pareti a contatto di terreni aggressivi.	0,50	C 32/40	
5 c	<b>XA3</b>	Ambiente chimicamente fortemente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Elementi strutturali o pareti a contatto di acque industriali fortemente aggressive. Contenitori di foraggi, mangimi e liquame provenienti dall'allevamento animale. Torri di raffreddamento di fumi di gas di scarico industriali.	0,45	C 35/45	

\*) Il grado di saturazione della seconda colonna riflette la relativa frequenza con cui si verifica il gelo in condizioni di saturazione:  
 - moderato: occasionalmente gelato in condizione di saturazione;  
 - elevato: alta frequenza di gelo in condizioni di saturazione.

\*\*\*) Da parte di acque del terreno e acque fluenti.

Prima di ogni fornitura di conglomerato cementizio, anche se preventivamente indicato nella descrizione degli elaborati di progetto, l'Impresa dovrà concordare con la Direzione dei lavori i parametri e le caratteristiche del materiale da utilizzare in cantiere, onde evitare la costruzione di strutture ed elementi in cemento non conformi a quanto richiesto dalla Committenza.

Gli impasti di conglomerato dovranno essere preparati soltanto nella quantità necessaria, per l'impiego immediato, cioè dovranno essere preparati volta per volta e per quanto possibile in vicinanza del lavoro. I residui di impasto che non avessero, per qualsiasi ragione, immediato impiego dovranno essere gettati a rifiuto, ad eccezione di quelli formati con calce comune, che potranno essere utilizzati però nella sola stessa giornata del loro confezionamento.

#### Inerti ed aggregati per costruzioni stradali (ghiaia e pietrisco, sabbia, stabilizzato) **SABBIA, GHIAIA E PIETRISCO**

Le ghiaie da impiegarsi per formazione di massicciate stradali dovranno essere costituite da elementi omogenei derivati da rocce durissime di tipo costante e di natura consimile fra loro, escludendosi quelle contenenti elementi di scarsa resistenza meccanica o sfaldabili facilmente o gelive o rivestite di incrostazioni.

Il pietrisco, il pietrischetto e la graniglia, secondo il tipo di massicciata da eseguire, dovranno provenire dalla spezzatura di rocce durissime, preferibilmente silicee, a struttura microcristallina, o calcari puri durissimi e di alta resistenza alla compressione, all'urto, all'abrasione, al gelo ed avranno spigolo vivo: e dovranno essere scevri di materie terrose, sabbia o comunque materie eterogenee. Sono escluse le rocce marnose.

Qualora la roccia provenga da cave nuove o non accreditate da esperienze specifiche di enti pubblici e che per natura e formazione non diano affidamento sulle sue caratteristiche, è necessario effettuare su campioni prelevati in cava, che siano significativi ai fini della coltivazione della cava, prove di compressione e di gelività.

Quando non sia possibile ottenere il pietrisco da cave di roccia, potrà essere consentita per la formazione di esso l'utilizzazione di massi sparsi in campagna o ricavabili da scavi, nonché di ciottoloni o massi ricavabili da fiumi o torrenti sempreché siano provenienti da rocce di qualità idonea.

I materiali suindicati, gli stabilizzati, le sabbie e gli additivi dovranno corrispondere alle norme di accettazione del fascicolo n. 4 ultima edizione, del Consiglio Nazionale delle Ricerche e s.m.i.. Rispetto ai crivelli UNI 2334, i pietrischi saranno quelli passanti dal crivello 71 UNI e trattenuti dal crivello 25 UNI; i pietrischetti quelli passanti dal crivello 25 UNI e trattenuti dal crivello 10 UNI; le graniglie quelle passanti dal crivello 10 UNI e trattenute dallo staccio 2 UNI n. 2332.

Di norma si useranno le seguenti pezzature:

pietrisco da 40 a 71 mm ovvero da 40 a 60 mm, se ordinato, per la costruzione di massicciate all'acqua cilindrate; pietrisco da 25 a 40 mm (eccezionalmente da 15 a 30 mm granulometria non unificata) per l'esecuzione di ricarichi di massicciate e per materiali di costipamento di massicciate (mezzanello);

pietrischetto da 15 a 25 mm per l'esecuzione di ricarichi di massicciate per conglomerati bituminosi e per trattamenti con bitumi fluidi;

pietrischetto da 10 a 15 mm per trattamenti superficiali, penetrazioni, semipenetrazioni e pietrischetti bitumati;

graniglia normale da 5 a 10 mm per trattamenti superficiali, tappeti bitumati, strato superiore di conglomerati bituminosi;

graniglia minuta da 2 a 5 mm di impiego eccezionale e previo specifico consenso della D.L. per trattamenti superficiali; tale pezzatura di graniglia, ove richiesta, sarà invece usata per conglomerati bituminosi.

Nella fornitura di aggregato grosso per ogni pezzatura sarà ammessa una percentuale in peso non superiore al 5% di elementi aventi dimensioni maggiori o minori di quelle corrispondenti ai limiti di prescelta pezzatura purché, peraltro, le dimensioni di tali elementi non superino il limite massimo o non siano oltre il 10% inferiori al limite minimo della pezzatura fissata.

Gli aggregati grossi non dovranno essere di forma allungata o appiattita (lamellare).

#### SOPRASTRUTTURE IN MATERIALI STABILIZZATI

I materiali suindicati, gli stabilizzati, le sabbie e gli additivi dovranno corrispondere alle norme di accettazione del fascicolo n. 4 ultima edizione, del Consiglio Nazionale delle Ricerche.

Essi debbono identificarsi mediante la loro granulometria e i limiti di Attenberg, che determinano la percentuale di acqua in corrispondenza della quale il comportamento della frazione fina del terreno (passante al setaccio 0,42 mm n. 40 A.S.T.M.) passa da una fase solida ad una plastica (limite di plasticità L.P.) e da una fase plastica ad una fase liquida (limite di fluidità L.L.) nonché dall'indice di plasticità (differenze fra il limite di fluidità L.L. e il limite di plasticità L.P.).

Tale indice, da stabilirsi in genere per raffronto con casi simili di strade già costruite con analoghi terreni, ha notevole importanza.

Salvo più specifiche prescrizioni della Direzione dei lavori si potrà fare riferimento alle seguenti caratteristiche (Highway Research Board):

strati inferiori (fondazione): tipo miscela sabbia-argilla: dovrà interamente passare al setaccio 25 mm ed essere almeno passante per il 65% al setaccio n. 10 A.S.T.M.; il detto passante al n. 10, dovrà essere passante dal 55 al 90% al n. 20 A.S.T.M., dal 35 al 70% passante al n. 40 A.S.T.M. e dal 10 al 25% passante al n. 200 A.S.T.M.;

strati inferiori (fondazione): tipo di miscela ghiaia o pietrisco, sabbia ed argilla: dovrà essere interamente passante al setaccio da 71 mm ed essere almeno passante per il 50 % al setaccio da 10 mm, dal 25 al 50% al setaccio n. 4, dal 20 al 40% al setaccio n. 10, dal 10 al 25% al setaccio n. 40 e dal 3 al 10% al setaccio n. 200.

negli strati di fondazione, di cui ai precedenti paragrafi 1) e 2), l'indice di plasticità non deve essere superiore a 6, il limite di fluidità non deve superare 25 e la frazione passante al setaccio n. 200 A.S.T.M. deve essere preferibilmente la metà di quella passante al setaccio n. 40 e in ogni caso non deve superare i due terzi di essa.

strato superiore della sovrastruttura: tipo miscela sabbia-argilla: valgono le stesse condizioni granulometriche di cui al paragrafo 1);

strato superiore della sovrastruttura: tipo della miscela ghiaia o pietrisco, sabbia ed argilla: deve essere interamente passante dal setaccio da 25 mm ed almeno il 65% al setaccio da 10 mm, dal 55 all'85% al setaccio n. 4, dal 40 al 70% al setaccio n. 10, dal 25 al 45% al setaccio n. 40 e dal 10 al 25% al setaccio n. 200;

negli strati superiori 4) e 5) l'indice di plasticità non deve essere superiore a 9 né inferiore a 4; il limite di fluidità non deve superare 35; la frazione di passante al setaccio n. 200 deve essere inferiore ai due terzi della frazione passante al n. 40.

Inoltre È opportuno controllare le caratteristiche meccaniche delle miscele con la prova C.B.R. (Californian bearing ratio) che esprime la portanza della miscela sotto un pistone cilindrico di due pollici di diametro, con

approfondimento di 2,5 ovvero 5 mm in rapporto alla corrispondente portanza di una miscela tipo. In linea di massima il C.B.R. del materiale, costipato alla densità massima e saturato con acqua dopo 4 giorni di immersione e sottoposto ad un sovraccarico di 9 kg, dovrà risultare per gli strati inferiori non inferiore a 30 e per i materiali degli strati superiori non inferiore a 70. Durante l'immersione in acqua non si dovranno avere rigonfiamenti superiori allo 0,5%.

#### DETRITI DI CAVA O TOUT VENANT DI CAVA O DI FRANTOIO

Quando per gli strati di fondazione della sovrastruttura stradale sia disposto l'impiego di detriti di cava, il materiale deve essere in ogni caso non suscettibile all'azione dell'acqua (non solubile, non plasticizzabile) ed avere un potere portante C.B.R. (rapporto portante californiano) di almeno 40 allo stato saturo. Dal punto di vista granulometrico non sono necessarie prescrizioni specifiche per i materiali teneri (tufi, arenarie) in quanto la loro granulometria si modifica e si adegua durante la cilindratura; per materiali duri la granulometria dovrà essere assortita in modo da realizzare una minima percentuale dei vuoti: di norma la dimensione massima degli aggregati non deve superare i 10 cm.

Per gli strati superiori si farà uso di materiali lapidei più duri tali da assicurare un C.B.R. saturo di almeno 80; la granulometria dovrà essere tale da dare la minima percentuale di vuoti; il potere legante del materiale non dovrà essere inferiore a 30; la dimensione massima degli aggregati non dovrà superare i 6 cm.

#### Inerti per la formazione di strati drenanti (ghiaie e pietrisco).

Per la realizzazione degli strati drenanti, qualora vi sia l'eventualità di contatto con percolato o comunque liquidi chimicamente aggressivi, dovranno essere utilizzati esclusivamente materiali naturali ottenuti per disfacimento fisico e/o per frantumazione di pietre silicee, conferiti in cantiere già lavati e vagliati di pezzatura adeguata e nel rispetto delle seguenti caratteristiche fisiche e chimiche:

classificati (UNI EN 933-1) come CGr;

contenuto in fine (passante al vaglio 200 ASTM e comunque riferita alla UNI 933-1) inferiore al 5%;

dimensione minima degli elementi lapidei di 20 mm;

dimensione massima degli elementi lapidei di 70 mm;

contenuto in carbonati di calcio inferiore al 10% in peso (UNI EN 1744-1 o equivalente);

contenuto in cloruri solubili assenti (UNI EN 1744-1);

composti contenenti zolfo assenti (UNI EN 1744-1);

impurità organica assenti (UNI EN 1744-1);

conducibilità idraulica maggiore di  $5,0 * 10^{-3}$  m/s.

Il materiale dovrà essere ricavato da rocce non gelive ed alterate in superficie, il più possibile omogenee, comunque non friabili ed aventi elevata resistenza alla compressione, con esclusione di quelle calcaree, marnose, micacee, scistose, feldspatiche e simili, scevro da materie terrose e comunque materie eterogenee od organiche. In particolare il materiale lapideo per la confezione del pietrisco dovrà avere un coefficiente di qualità (Deval) non inferiore a 10, mentre il materiale lapideo per la confezione delle graniglie dovrà avere un coefficiente di qualità non inferiore a 12 ed unico coefficiente di frantumazione non superiore a 120. Qualora la roccia provenga da cave nuove non accreditate a esperienza specifica, e che per natura e formazione non presentino caratteristiche di sicuro affidamento, la D.L. potrà prescrivere che vengano effettuate prove di compressione e gelività su campioni che siano significativi.

Il materiale dovrà essere classificabile come CG<sub>r</sub>, con ottima resistenza al taglio e durezza, preferibilmente a forma arrotondata e se di tipo poliedrica non a spigoli vivi.

#### Laterizi

I laterizi da impiegare per lavori di qualsiasi genere, dovranno corrispondere alle norme per l'accettazione di cui al R.D. 16 novembre 1939, n. 2233 e al D.M. 26 marzo 1980, allegato 7, ed alle norme U.N.I. vigenti (da 5628-65 a 5630-65; 5632-65, 5967-67, 8941/1-2-3 e 8942 parte seconda).

Agli effetti del R.D. 16 novembre 1939, n. 2233 si intendono per laterizi materiali artificiali da costruzione, formati di argilla, contenente quantità variabili di sabbia, di ossido di ferro, di carbonato di calcio, purgata, macerata, impastata, pressata e ridotta in pezzi di forma e di dimensioni prestabilite, pezzi che, dopo asciugamento, vengono esposti a giusta cottura in apposite fornaci.

I laterizi di qualsiasi tipo, forma e dimensione debbono nella massa essere scevri da sassolini e da altre impurità; avere facce lisce e spigoli regolari; presentare alla frattura (non vetrosa) grana fine ed uniforme; dare, al colpo di martello, suono chiaro; assorbire acqua per immersione; asciugarsi all'aria con sufficiente rapidità; non sfaldarsi e non sfio

rire sotto l'influenza degli agenti atmosferici e di soluzioni saline; non screpolarsi al fuoco; avere resistenza adeguata agli sforzi ai quali dovranno essere assoggettati, in relazione all'uso.

Essi devono provenire dalle migliori fornaci, presentare cottura uniforme, essere di pasta compatta, omogenea, priva di noduli e di calcinaroli e non contorti.

Agli effetti delle presenti norme, i materiali laterizi si suddividono in:

materiali laterizi pieni, quali i mattoni ordinari, i mattoncini comuni e da pavimento, le piastrelle per pavimentazione, ecc.;

materiali laterizi forati, quali i mattoni con due, quattro, sei, otto fori, le tavelle, i tavelloni, le forme speciali per volterrane, per solai di struttura mista, ecc.;

materiali laterizi per coperture, quali i coppi e le tegole di varia forma ed i rispettivi pezzi speciali.

I mattoni pieni e semipieni, i mattoni ed i blocchi forati per murature non devono contenere solfati alcalini solubili in quantità tale da dare all'analisi oltre lo 0.5 per mille di anidride solforica (SO<sub>3</sub>).

I mattoni pieni per uso corrente dovranno essere parallelepipedi, di lunghezza doppia della larghezza, salvo diverse proporzioni dipendenti da uso locale, di modello costante e presentare, sia all'asciutto che dopo prolungata immersione nell'acqua, una resistenza allo schiacciamento non inferiore a 140 kg/cm<sup>2</sup>.

I mattoni forati di tipo portante, le volterrane ed i tavelloni dovranno pure presentare una resistenza alla compressione di almeno 25 kg/cm<sup>2</sup> di superficie totale presunta.

I mattoni da impiegarsi per l'esecuzione di muratura a faccia vista, dovranno essere di prima scelta e fra i migliori esistenti sul mercato, non dovranno presentare imperfezioni o irregolarità di sorta nelle facce a vista, dovranno essere a spigoli vivi, retti e senza smussatura; dovranno avere colore uniforme per l'intera fornitura.

Adeguata campionatura dei laterizi da impiegarsi dovrà essere sottoposta alla preventiva approvazione della Direzione dei Lavori.

Si computano, a seconda dei tipi, a numero, a metro quadrato, a metro quadrato per centimetro di spessore.

#### Prodotti finiti di acciaio

I prodotti finiti di acciaio di uso generale laminati a caldo forniti dall'Appaltatore dovranno possedere la composizione chimica e le caratteristiche meccaniche indicate alla Norma di Unificazione UNI 10025-1.

Gli stessi dovranno essere esenti da soffiature, scaglie, cricche, sdoppiature, ripiegature e altri difetti di entità tale che ne possano pregiudicare l'impiego.

**La D.L. si riserva la facoltà di fare eseguire, a cura e spese dell'Appaltatore, il collaudo sui prodotti finiti di acciaio per quanto riguarda il controllo delle caratteristiche meccaniche e chimiche con le procedure contenute nella stessa Norma di Unificazione; le dimensioni e le tolleranze dovranno soddisfare i valori indicati dalle specifiche Norme di Unificazione**

Ogni fornitura di prodotti finiti di acciaio laminati a caldo dovrà essere accompagnata dal certificato di controllo fornito dal produttore come precisato dalla Norma di Unificazione: UNI EU 10021-"Condizioni tecniche generali di fornitura per l'acciaio".

#### Materiali ferrosi e metallici

I materiali ferrosi dovranno presentare caratteristiche di ottima qualità essere privi di difetti, scorie, slabbrature, soffiature, ammaccature, soffiature, bruciature, paglie e da qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura, fucinatura e simili; devono inoltre essere in stato di ottima conservazione e privi di ruggine. Sottoposti ad analisi chimica devono risultare esenti da impurità e da sostanze anormali.

La loro struttura micrografica deve essere tale da dimostrare l'ottima riuscita del processo metallurgico di fabbricazione e da escludere qualsiasi alterazione derivante dalla successiva lavorazione a macchina od a mano che possa menomare la sicurezza d'impiego.

I materiali destinati ad essere inseriti in altre strutture o che dovranno poi essere verniciati, devono pervenire in cantiere protetti da una mano di antiruggine.

Si dovrà tener conto del D.M. 27 luglio 1985 "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in c.a. normale e precompresso e per le strutture metalliche", della legge 5 novembre 1971 n. 1086 "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato normale e precompresso ed a strutture metalliche" e del D.M. 14/01/2008.

Essi dovranno rispondere a tutte le condizioni previste dal D.M. 26 marzo 1980 (allegati nn. 1, 3 e 4) ed alle norme UNI vigenti (UNI EN 10025) e presentare inoltre, a seconda della loro qualità, i seguenti requisiti:

Ferro.

Il ferro comune dovrà essere di prima qualità, eminentemente duttile e tenace e di marcatissima struttura fibrosa. Esso dovrà essere malleabile, liscio alla superficie esterna, privo di screpolature, saldature e di altre soluzioni di continuità.

L'uso del ferro tondo per cemento armato, sul quale prima dell'impiego si fosse formato uno strato di ruggine, deve essere autorizzato dalla Direzione dei Lavori.

Acciaio trafilato o dolce laminato.

Per la prima varietà è richiesta perfetta malleabilità e lavorabilità a freddo e a caldo, tali da non generare screpolature o alterazioni; esso dovrà essere inoltre saldabile e non suscettibile di prendere la tempera; alla rottura dovrà presentare struttura lucente e finemente granulare. L'acciaio extra dolce laminato dovrà essere eminentemente dolce e malleabile, perfettamente lavorabile a freddo ed a caldo, senza presentare screpolature od alterazioni; dovrà essere saldabile e non suscettibile di prendere la tempera.

Acciaio fuso in getto.

L'acciaio in getti per cuscinetti, cerniere, rulli e per qualsiasi altro lavoro, dovrà essere di prima qualità, esente da soffiature e da qualsiasi altro difetto.

Acciaio da cemento armato normale.

Gli acciai per cemento armato, sia in barre tonde lisce che ad aderenza migliorata che in reti elettrosaldate dovranno essere conformi alle prescrizioni di cui al punto 2.2 e al D.M. 14/01/2008.

Gli acciai per cemento armato precompresso, sia in fili che in trefoli o in trecce dovranno essere conformi alle prescrizioni di cui al punto 2.3 e al D.M. 14/01/2008.

Generalmente dovrà essere utilizzato acciaio ad aderenza migliorata, FeB 44K, salvo indicazioni diverse.

All'atto del getto, l'armatura dovrà presentarsi libera da ogni impurità (ruggine, olio vernici, ecc.) che riduca l'adesione con il calcestruzzo.

Ghisa.

La ghisa dovrà essere di prima qualità e di seconda fusione dolce, tenace, leggermente malleabile, facilmente lavorabile con la lima e con lo scalpello; la frattura sarà grigia, finemente granulosa e perfettamente omogenea, esente da screpolature, vene, bolle, sbavature, asperità ed altri difetti capaci di menomare la resistenza. Dovrà essere inoltre perfettamente modellata.

È assolutamente escluso l'impiego di ghise fosforose.

I chiusini e le caditoie saranno in ghisa grigia o ghisa sferoidale secondo la norma UNI EN 1563, realizzati secondo norme UNI EN 124 di classe adeguata al luogo di utilizzo, in base al seguente schema:

Luogo di utilizzo	Classe	Portata
Per carichi elevati in aree speciali	E 600	t 60
Per strade a circolazione normale	D 400	t 40
Per banchine e parcheggi con presenza di veicoli pesanti	C 250	t 25
Per marciapiedi e parcheggi autoveicoli	B 125	t 12,5

Trafilati, profilati, laminati.

Devono presentare alle eventuali prove di laboratorio, previste dal Capitolato o richieste dalla Direzione dei Lavori, caratteristiche non inferiori a quelle prescritte dalle norme per la loro accettazione; in particolare il ferro tondo per cemento armato, dei vari tipi ammessi, deve essere fornito con i dati di collaudo del fornitore.

Il R.D. n. 2229 del 16 novembre 1939, capo II, prescrive che l'armatura del conglomerato è normalmente costituita con acciaio dolce (cosiddetto ferro omogeneo) oppure con acciaio semi duro o acciaio duro, in barre tonde prive di difetti, di screpolature, di bruciature o di altre soluzioni di continuità.

Dalle prove di resistenza a trazione devono ottenersi i seguenti risultati:

per l'acciaio dolce (ferro omogeneo): carico di rottura per trazione compreso fra 42 e 50 kg/mm<sup>2</sup>, limite di snervamento non inferiore a 23 kg/mm<sup>2</sup>, allungamento di rottura non inferiore al 20 per cento. Per le legature o staffe di pilastri può impiegarsi acciaio dolce con carico di rottura compreso fra 37 e 45 kg/mm<sup>2</sup> senza fissarne il limite inferiore di snervamento;

per l'acciaio semiduro: carico di rottura per trazione compreso fra 50 e 60 kg/mm<sup>2</sup>; limite di snervamento non inferiore a 27 kg/mm<sup>2</sup>, allungamento di rottura non inferiore al 16%;

per l'acciaio duro: carico di rottura per trazione compreso fra 60 e 70 kg/mm<sup>2</sup>, limite di snervamento non inferiore a 31 kg/mm<sup>2</sup>, allungamento di rottura non inferiore al 14%.

#### Colori e vernici

I materiali impiegati nelle opere da pittore dovranno essere sempre della migliore qualità.

a) Olio di lino cotto. - L'olio di lino cotto sarà ben depurato, di colore assai chiaro e perfettamente

- limpido, di odore forte ed amarissimo al gusto, scevro di adulterazioni con olio minerale, olio di pesce, ecc. Non dovrà lasciare alcun deposito né essere rancido e, disteso sopra una lastra di vetro o di metallo, dovrà essiccare completamente nell'intervallo di 24 ore. Avrà acidità nella misura del 7%, impurità non superiore all'1% ed alla temperatura di 15°C presenterà una densità compresa fra 0,91 e 0,93.
- b) Acquaragia (essenza di trementina). - Dovrà essere limpida, incolore, di odore gradevole. La sua densità a 15°C sarà di 0,87.
  - c) Biacca. - La biacca o cerussa (carbonato basico di piombo) deve essere pura, senza miscele di sorta e priva di qualsiasi traccia di solfato di bario.
  - d) Bianco di zinco. - Il bianco di zinco dovrà essere in polvere finissima, bianca, costituita da ossido di zinco e non dovrà contenere più del 4% di sali di piombo allo stato di solfato, né più dell'1% di altre impurità; l'umidità non deve superare il 3%.
  - e) Minio. - Sia il piombo (sesquiossido di piombo) che l'alluminio (ossido di alluminio) dovrà essere costituito da polvere finissima e non contenere colori derivati dall'anilina, né oltre il 10% di sostanze estranee (solfato di bario, ecc.).
  - f) Latte di calce. - Il latte di calce sarà preparato con calce grassa, perfettamente bianca, spenta per immersione. Vi si potrà aggiungere la quantità di nerofumo strettamente necessaria per evitare la tinta giallastra.
  - g) Colori all'acqua, a colla o ad olio. - Le terre coloranti destinate alle tinte all'acqua, a colla o ad olio, saranno finemente macinate e prive di sostanze eterogenee e dovranno venire perfettamente incorporate nell'acqua, nelle colle e negli oli, ma non per infusione. Potranno essere richieste in qualunque tonalità esistente.
  - h) Vernici. - Le vernici che si impiegheranno per gli interni saranno a base di essenza di trementina e gomme pure e di qualità scelta; disciolte nell'olio di lino dovranno presentare una superficie brillante. È escluso l'impiego di gomme prodotte da distillazione. Le vernici speciali eventualmente prescritte dalla Direzione dei Lavori dovranno essere fornite nei loro recipienti originali chiusi.
  - i) Encaustici. - Gli encaustici potranno essere all'acqua o all'essenza, secondo le disposizioni della Direzione dei Lavori. La cera gialla dovrà risultare perfettamente disciolta, a seconda dell'encaustico adottato, o nell'acqua calda alla quale sarà aggiunto sale di tartaro, o nell'essenza di trementina.

#### Bitumi – bitumi liquidi – Emulsioni bituminose - Catrami

##### Bitumi

Debbono soddisfare alle "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali" di cui al "Fascicolo n. 2" del Consiglio Nazionale delle Ricerche, ultima edizione.

Per trattamenti superficiali ed a semipenetrazione, si adoperano i tipi B 180/200, B 130/150; per i trattamenti a penetrazione, pietrischetti bitumati, tappeti si adoperano i tipi B 80/100, B 60/80; per conglomerati chiusi i tipi B 60/80, B 50/60, B 40/50, B 30/40; per asfalto colato il tipo B 20/30.

##### Bitumi liquidi

Debbono soddisfare alle "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali" di cui al "Fascicolo n. 2" del Consiglio Nazionale delle Ricerche, ultima edizione.

Per i trattamenti a caldo si usano i tipi BL 150/300 e BL 350/700 a seconda della stagione e del clima.

##### Emulsioni bituminose

Debbono soddisfare alle "Norme per l'accettazione delle emulsioni bituminose per usi stradali" di cui al "Fascicolo n. 3" del Consiglio Nazionale delle Ricerche, ultima edizione.

##### Catrami

Debbono soddisfare alle "Norme per l'accettazione dei catrami per usi stradali" di cui al "Fascicolo n. 1" del Consiglio Nazionale delle Ricerche, ultima edizione.

Per i trattamenti si usano i tre tipi: C 10/40, C 40/125, C 125/500.

##### Polvere asfaltica

---

Deve soddisfare alle “Norme per l'accettazione delle polveri di rocce asfaltiche per pavimentazioni stradali” di cui al “Fascicolo n. 6” del Consiglio Nazionale delle Ricerche, ultima edizione.

Olii minerali

Gli olii da impiegarsi nei trattamenti in polvere di roccia asfaltica a freddo, sia di prima che di seconda mano, potranno provenire:

da rocce asfaltiche o scisto-bituminose;  
da catrame;  
da grezzi di petrolio;  
da opportune miscele dei prodotti suindicati.

Gli olii avranno caratteristiche diverse a seconda che dovranno essere impiegati con polvere di roccia asfaltica di provenienza abruzzese o siciliana ed a seconda della stagione in cui i lavori verranno eseguiti, preventivamente accettati dalla D.L..

### Tubazioni in genere

#### Generalità

Per le tubazioni e le apparecchiature idrauliche valgono le disposizioni dei precedenti articoli relativi ai materiali in genere. Le prescrizioni di questo articolo si applicano a tutte le tubazioni in generale tranne per quanto sia incompatibile con le specifiche norme per esse indicate.

#### Ordinazione

L'Impresa effettuerà l'ordinazione delle tubazioni entro il termine che potrà stabilire il Direttore dei lavori e che sarà comunque tale, tenuto anche conto dei tempi di consegna, da consentire lo svolgimento dei lavori secondo il relativo programma e la loro ultimazione nel tempo utile contrattuale.

L'Impresa invierà al Direttore dei lavori - che ne darà subito comunicazione all'Amministrazione - copia dell'ordinazione e della relativa conferma da parte della Ditta fornitrice, all'atto rispettivamente della trasmissione e del ricevimento.

L'ordinazione dovrà contenere la clausola seguente o equipollente “... la Ditta fornitrice si obbliga a consentire, sia durante che al termine della lavorazione, libero accesso nella sua fabbrica alle persone all'uopo delegate dall'Amministrazione appaltatrice dei lavori di cui all'art. 1 e ad eseguire i controlli e le verifiche che esse richiedessero - a cura e spese dell'Impresa - sulla corrispondenza della fornitura alle prescrizioni del contratto di appalto relativo ai lavori sopra indicati. Si obbliga inoltre ad assistere, a richiesta ed a spese dell'Impresa, alle prove idrauliche interne delle tubazioni poste in opera ...”.

L'unica fornitura o ciascuna delle singole parti in cui l'intera fornitura viene eseguita, sarà in ogni caso accompagnata dal relativo certificato di collaudo compilato dalla Ditta fornitrice, attestante la conformità della fornitura alle Norme vigenti e contenente la certificazione dell'avvenuto collaudo e l'indicazione dei valori ottenuti nelle singole prove.

I risultati delle prove di riferimento e di collaudo dei tubi, dei giunti e dei pezzi speciali effettuate in stabilimento a controllo della produzione - alle quali potranno presenziare sia l'Impresa e sia il Direttore dei lavori od altro rappresentante dell'Amministrazione e le quali comunque si svolgeranno sotto la piena ed esclusiva responsabilità della Ditta fornitrice - saranno valutati con riferimento al valore della pressione nominale di fornitura PN.

L'Impresa richiederà alla ditta fornitrice la pubblicazione di questa - di cui un esemplare verrà consegnato al Direttore dei lavori - contenente le istruzioni sulle modalità di posa in opera della tubazione.

#### Accettazione delle tubazioni - Marcatura

L'accettazione delle tubazioni è regolata dalle prescrizioni di questo capitolato nel rispetto di quanto indicato al punto 2.1.4. del D.M. 12 dicembre 1985, nonché delle istruzioni emanate con la Circ. Min. LL.PP. 20 marzo 1986, n. 27291 e, per i tubi in cemento armato ordinario e in cemento armato precompresso, delle Norme vigenti per le strutture in cemento armato, in quanto applicabili.

Nei riguardi delle pressioni e dei carichi applicati staticamente devono essere garantiti i requisiti limiti indicati nelle due tabelle allegate al D.M. 12 dicembre 1985: tabella I, per tubi di adduzione in pressione (acquedotti) e II, per le fognature (a).

Tutti i tubi, i giunti ed i pezzi speciali dovranno giungere in cantiere dotati di marcature indicanti la ditta costruttrice, il diametro nominale, la pressione nominale (o la classe d'impiego) e possibilmente l'anno di fabbricazione; le singole partite della fornitura dovranno avere una documentazione dei risultati delle prove eseguite in stabilimento caratterizzanti i materiali ed i tubi forniti.

---

L'Amministrazione ha la facoltà di effettuare sulle tubazioni fornite in cantiere - oltre che presso la fabbrica - controlli e verifiche ogni qualvolta lo riterrà necessario, secondo le prescrizioni di questo capitolato e le disposizioni del Direttore dei Lavori.

#### Posa

I tubi, le curve, i pezzi speciali, precedentemente trasportati e sfilati lungo lo scavo prima di esservi calati, dovranno essere puliti accuratamente nell'interno dalle materie che vi si fossero depositate. La posa dei tubi dovrà essere fatta direttamente sul letto di posa formato con sabbia di spessore medio di 15 cm. Misurato dalla generatrice inferiore del tubo.

Le operazioni di posa dovranno essere effettuate secondo il seguente procedimento.

Il letto di posa dovrà essere accuratamente spianato per rispettare le livellette di progetto. Particolari attenzioni dovrà porre l'Appaltatore durante le operazioni di calaggio affinché non vengano deteriorati i rivestimenti protettivi e danneggiate le testate dei tubi. Nell'operazione di posa si dovrà evitare che nell'interno della condotta vadano detriti o corpi estranei di qualunque natura e che venga comunque danneggiata la superficie interna del tubo; a tal fine gli estremi della condotta posata saranno chiusi durante i lavori e durante le interruzioni notturne e festive. Per accertare che durante le operazioni di posa i tubi vengano messi in opera secondo le precise quote precedentemente fissate sul profilo, dovranno essere infissi e quotati dei picchetti sia sul fondo dello scavo che in posizioni accessibili anche a fine lavori. Per il controllo dell'allineamento la Direzione Lavori potrà ordinare la stesura di fili d'acciaio che congiungano due vertici successivi.

Dopo il calaggio nello scavo, gli eventuali spostamenti della condotta lungo il fondo saranno fatti con i mezzi più idonei atti in particolare a non pregiudicarne i rivestimenti, attenendosi a tutte le prescrizioni che saranno impartite. Nell'interno dei manufatti e dei cunicoli di protezione le condotte saranno posate su selle di muratura con l'eventuale interposizione di pezzi speciali secondo le disposizioni che la Direzione Lavori impartirà in corso d'opera e la cui fornitura resta comunque a carico dell'Appaltatore.

Dopo accurata verifica dello stato della tubazione inizierà l'operazione di rinfianco che consiste nella stesura di uno strato di pietrischetto misto di cava di altezza pari a metà diametro del tubo posato; tale strato dovrà aderire con continuità alla semicirconferenza inferiore del tubo; a tal fine dovrà essere accuratamente rinalzato e compattato con adeguati pestelli.

Da questo punto il rinfianco con pietrischetto misto di cava dovrà essere completato fino a 20 cm. sopra la generatrice superiore del tubo; il completamento del rinterro avverrà utilizzando il materiale di risulta dello scavo, salvo eventuali prescrizioni impartite dalla Direzione Lavori. In caso di particolari condizioni ambientali potranno essere consentiti o richiesti altri tipi di rinfianco e rinterro.

La finitura superficiale dovrà ripristinare le condizioni del terreno preesistente sia in campagna che su strada.

Nel prezzo di Contratto sono compresi tutti gli oneri per dare la tubazione perfettamente posata, il collaudo, la misurazione, le prove sulla tubazione che verranno richieste dalla Direzione Lavori e dal collaudatore. Qualora le tubazioni debbano essere posate in terreni non serviti da strade o di natura tale da non consentire l'accesso ai mezzi normali di lavoro la Direzione Lavori può autorizzare la formazione di piste di accesso e servizio ritenendosi compresi tali oneri nel prezzo di Contratto. Qualora si procedesse al rinfianco o al rinterro di una condotta senza previo assenso della Direzione Lavori, l'Appaltatore, su richiesta della Direzione Lavori, sarà tenuto a scoprirla a sua cura e spese onde permettere le necessarie verifiche. L'Appaltatore dovrà in ogni caso effettuare tutti i controlli connessi con le condizioni di posa per assicurare l'efficienza dell'opera nel tempo; in particolare:

doavrà verificare la stabilità del piano di posa e controllare che eventuali cedimenti non danneggino la condotta; dovrà effettuare le verifiche di stabilità a compressione, conseguenti ai carichi ed ai sovraccarichi esterni per la profondità di posa e l'eventuale traffico soprastante;

doavrà verificare la stabilità dei pendii interessati dalle opere come previsto dalla vigente normativa.

Di quanto sopra, dovrà trasmettere alla Direzione Lavori relazione firmata da tecnico specialista regolarmente abilitato; in base a tale documentazione la Direzione Lavori si riserva di modificare se conveniente o necessario il tracciato di progetto o di ordinare opere particolari atte a garantire il buon esito dei lavori.

Comunque l'Appaltatore resta l'unico responsabile degli eventuali danni all'opera ed a terzi.

#### Tipi di giunti

Oltre ai giunti specificati per i vari tipi di tubazioni (acciaio, ghisa, ecc.), potranno adottarsi, in casi particolari (come l'allestimento di condotte esterne provvisorie), i seguenti altri tipi di giunti:

Giunto a flange libere con anello di appoggio saldato a sovrapposizione, secondo le norme UNI EN 1092-1, UNI EN 844.

Giunto a flange saldate a sovrapposizione, secondo le norme UNI EN 1092.

Giunto a flange saldate di testa, secondo le norme UNI EN 1092, UNI EN 2286.

Giunto Victaulic, automatico (che è di rapido montaggio e smontaggio, particolarmente indicato per condotte provvisorie e per tracciati accidentali).

Giunto Gibault (o simili, come Dresser, Viking-Johnson), costituito da un manicotto (botticella) e da due flangie in ghisa, da bulloni di collegamento in ferro e da due anelli di gomma a sezione circolare, da impiegare per la giunzione di tubi con estremità lisce.

Tubazioni in polietilene ad alta densità (HDPE)

I tubi in polietilene ad alta densità dovranno essere del tipo PE 100, con valori minimi di MRS (Minimum Required Strength) di 10 MPa, prodotti in conformità alla UNI EN 12201 del 2004 e al D.M. n. 174 del 06/04/2004 (sostituisce Circ. Min. Sanità n. 102 del 02/12/1978); dovranno essere contrassegnati dal marchio IIP dell'Istituto Italiano dei Plastici e/o equivalente marchio europeo, secondo quanto previsto dal "Regolamento di attuazione della legge quadro in materia di lavori pubblici 11 febbraio 1994, n. 109, e successive modifiche".

I tubi devono essere formati per estrusione, e possono essere forniti sia in barre che in rotoli.

**Materia prima**

La materia prima da impiegare per l'estrusione del tubo deve essere prodotta da primari e riconosciuti produttori europei e derivata esclusivamente dalla polimerizzazione, o copolimerizzazione, dell'etilene, stabilizzata ed addizionata dal produttore stesso della resina di opportuni additivi, uniformemente dispersi nella massa granulare.

Tali additivi (antiossidanti, lubrificanti, stabilizzanti, carbon black) vengono dosati e addizionati al polimero dal produttore di resina in fase di formazione del compound, e sono destinati a migliorare le performances di trafilatura, iniezione, resistenza agli agenti atmosferici ed invecchiamento del prodotto finito.

Tali additivi devono risultare uniformemente dispersi nella massa granulare e, per il carbon black, devono essere rispettati i parametri di dispersione e ripartizione stabiliti dalle norme UNI di riferimento, nonché il contenuto (2÷2.5% in peso). Il compound, all'atto dell'immissione nella tramoggia di carico dell'estrusore, deve presentare un tenore massimo di umidità non superiore a 300 ppm.

Le materie prime utilizzate dovranno essere comprese nell'elenco di quelle omologate dall'IIP (Istituto Italiano dei Plastici).

Tabella requisiti della materia prima

Prova	Valore di riferimento	Riferimento normativo
Massa volumica	<sup>3</sup> 955-965 kg/m <sup>3</sup>	ISO 1183
Contenuto di carbon black	2 ÷ 2,5 %	
Dispersione del carbon black	grado 3	
Tempo di induzione all'ossidazione	(OIT) > 20 min a 210° C	EN 728
Indice di fluidità per 5 kg a 190°C per 10 min-MFI	0,2 ÷ 0,5 g/10 min	ISO 1133
Contenuto sostanze volatili	350 mg/kg	EN 12099
Contenuto di acqua	300 mg/kg	EN 12118

Le linee di riconoscimento dovranno essere 8 e saranno formate esclusivamente per coestrusione e dovranno essere di colore blu.

Il materiale utilizzato per la coestrusione sarà possibilmente omologo, o quanto meno compatibile per MRS, con il materiale utilizzato per l'estrusione del tubo.

*Non è ammesso* l'impiego anche se parziale di:

compound e/o materiale base ottenuto per rigenerazione di polimeri di recupero anche se selezionati;

compound e/o materiale base ottenuto per ri-masterizzazione di materiali neutri e addizionati successivamente con additivi da parte del produttore del tubo o aziende diverse dal produttore di materia prima indicato in marcatura;

lotti di compound provenienti da primari produttori europei, ma dagli stessi indicati come lotti caratterizzati da parametri, anche singoli, (MFI, massa volumica, umidità residua, sostanze volatili, etc.) non conformi al profilo standard del prodotto;

la miscelazione pre-estrusione tra compound chimicamente e fisicamente compatibili ma provenienti da materie prime diverse, anche se dello stesso produttore;

l'impiego di materiale rigranulato di primo estruso, ottenuto cioè dalla molitura di tubo già estruso, anche se aventi caratteristiche conformi alla presente specifica.

La materia prima e i tubi devono essere controllati secondo i piani di controllo sotto indicati, nei quali sono riportati i metodi di prova e la frequenza minima:

Controlli su materia prima	Frequenza	Metodo di prova
----------------------------	-----------	-----------------

Controlli su materia prima	Frequenza	Metodo di prova
Melt Flow Index (MFI) 190°C/5 kg/10'	Ogni carico	ISO 1133
Densità	Ogni carico	ISO 1183
O.I.T. a 210°C	Ogni carico	EN 728
Contenuto di carbon black	Ogni carico	
Dispersione del carbon black	Ogni carico	
Contenuto d'acqua	Ogni carico	EN 12118

Il contenuto d'acqua della materia deve essere inoltre misurato (mediante determinazione coulometrica di Karl Fisher), prelevando un campione dalla tramoggia di carico dell'estrusore, con cadenza giornaliera.

**Tubi in PE 100**

Prova	Frequenza minima	Metodo di prova
Aspetto e dimensioni	ogni 2 ore	pr EN ISO 3126
Diametro esterno medio	ogni 2 ore	pr EN ISO 3126
Ovalizzazione	ogni 2 ore	pr EN ISO 3126
Spessore	ogni 2 ore	pr EN ISO 3126
Tensioni interne (ritiro a caldo)	ogni 24 ore	EN 743
Resistenza alla pressione interna: 100h/20°C/12.4 MPa	ad ogni avvio di produzione ed al variare della materia prima	EN 921
Resistenza alla pressione interna: 165h/80°C/5.5 MPa	una volta alla settimana per ogni linea di produzione	EN 921
Resistenza alla pressione interna: 1000h/80°C/5.0 MPa	una volta all'anno per ogni linea di produzione	EN 921
Indice di fluidità (MFI) 190°C /5 kg / 10'	ad ogni avvio di produzione ed al variare della materia prima	ISO 1133
O.I.T. a 210°C	ad ogni avvio di produzione ed al variare della materia prima	EN 728
Dispersione del carbon black	ad ogni avvio di produzione ed al variare della materia prima	
Tensione di snervamento	ad ogni avvio di produzione ed al variare della materia prima	ISO 6259
Allungamento a rottura	ad ogni avvio di produzione ed al variare della materia prima	ISO 6259

La Ditta produttrice dovrà essere in possesso di Certificazione di Qualità Aziendale in conformità alla norma ISO 9001:2008 e ISO 14001:2004, rilasciata da ente competente e accreditato, e associato a IQNet.

La marcatura sul tubo richiesta dalle norme di riferimento avverrà per impressione chimica o meccanica, a caldo, indelebile.

Essa conterrà come minimo:

nominativo del produttore e/o nome commerciale del prodotto;

marchio di conformità IIP-UNI (n.119);

tipo di materiale (PE 100);

normativa di riferimento;

diametro nominale;

pressione nominale, SDR (Standard Dimension Ratio), Spessore;

codice identificativo della materia prima come dalla tabella dell'IIP;

---

data di produzione.

Ulteriori parametri in marcatura potranno essere richiesti dalla committente al fornitore. I tubi in rotoli devono inoltre riportare, ad intervallo di 1 metro lungo il tubo, un numero progressivo indicante la lunghezza metrica dello stesso. I raccordi ed i pezzi speciali devono rispondere alle stesse caratteristiche chimico-fisiche dei tubi; possono essere prodotti per stampaggio o ricavati direttamente da tubo diritto mediante opportuni tagli, sagomature ed operazioni a caldo (piegatura, saldature di testa o con apporto di materiale, ecc.). In ogni caso tali operazioni devono essere sempre eseguite da personale specializzato e con idonea attrezzatura presso l'officina del fornitore. Per le figure e le dimensioni non previste dalle norme UNI o UNIPLAST si possono usare raccordi e pezzi speciali di altri materiali purché siano idonei allo scopo e compatibili con le tubazioni scelte.

Le condotte occorrenti per l'esecuzione delle reti fognarie qualunque sia la loro provenienza e tipo dovranno essere delle migliori qualità ed idonee all'impiego cui sono destinate. L'Appaltatore dovrà fornire alla Direzione Lavori i certificati di origine ed i verbali di collaudo compilati dai costruttori di tutte le condotte impiegati nella realizzazione del presente progetto. Nel caso di uso di tubi spiralati, a parete interna liscia priva di ondulazioni, le tubazioni dovranno essere fabbricate in polietilene ad alta densità conformemente alla norma DIN 16961/2. Di norma questi tubi saranno costruiti per avvolgimento a spirale su un mandrino, di profilato in PE estruso rinforzato all'interno con un tubo corrugato in polipropilene; la continuità strutturale tra le spire sarà data dalla polifusione uniforme e continua del PE. Il sistema di giunzione, a bicchiere ed anello di tenuta, costruito sempre per avvolgimento sul mandrino in continuità con il tubo non avrà alcuna saldatura o riporto di materiale. La guarnizione di tenuta in elastomero sarà montata nel bicchiere durante il processo di costruzione dello stesso e ne costituirà parte integrante. Alla vendita, i tubi saranno accompagnati dal documento di dichiarazione di conformità alle norme di prodotto ed alla classe di rigidità dichiarata. Si riportano di seguito alcune norme operative relative alla installazione di gasdotti tratte dalle "Raccomandazioni sull'installazione delle tubazioni di polietilene" redatte da IIP nel luglio 1985 ed aggiornate nel 1993 ed a cui si rimanda per la corretta esecuzione delle reti di trasporto del gas. Per la movimentazione, la posa e la prova delle tubazioni in PEAD (polietilene ad alta densità) saranno osservate le prescrizioni contenute nelle Raccomandazioni I.I.P.

#### A) Movimentazione

##### 1) Trasporto

Nel trasporto dei tubi in PEAD i piani di appoggio devono essere privi di asperità. I tubi devono essere appoggiati evitando eccessive sporgenze al di fuori del piano di carico.

I tubi in rotoli devono essere appoggiati preferibilmente in orizzontale.

Le imbragature per il fissaggio del carico possono essere realizzate con funi o bande di canapa o di nylon o similari, adottando gli opportuni accorgimenti in modo che i tubi non vengano mai direttamente a contatto con esse per non provocare abrasioni o danneggiamenti.

##### 2) Carico e scarico

Se il carico e lo scarico dai mezzi di trasporto e comunque la movimentazione vengono effettuati con gru o col braccio di un escavatore, i tubi devono essere sollevati nella zona centrale con un bilancino di ampiezza adeguata. Se queste operazioni vengono effettuate manualmente, si eviterà in ogni modo di fare strisciare i tubi sulle sponde del mezzo di trasporto o comunque su oggetti duri e aguzzi.

##### Accatastamento

Il piano di appoggio dovrà essere livellato ed esente da asperità e soprattutto da pietre appuntite. L'altezza di accatastamento per i tubi in barre non deve essere superiore a 1.5 m qualunque sia il loro diametro e lo spessore. Per i tubi in rotoli appoggiati orizzontalmente, l'altezza non deve superare i 2 m. Nel caso di tubi di grossi diametri (oltre 500 m), le loro estremità saranno armate internamente onde evitare eccessive ovalizzazioni.

Al termine dell'accatastamento dei tubi in cantiere, l'Impresa deve assicurarsi che i tappi di protezione delle testate siano collocati sulle stesse, al fine di prevenire l'alloggiamento all'interno dei tubi di foglie, polvere, piccoli animali, acque meteoriche etc..

E' a cura e spese dell'Impresa il corretto posizionamento dei tubi, al fine di evitare ogni possibile incidente dovuto a non previsti movimenti degli stessi. Qualora i tubi vengano accatastati all'aperto per lunghi periodi, l'Impresa deve proteggerli dalle radiazioni UV, a sua cura e spese.

##### 4) Raccordi ed accessori

Per questi pezzi (che vengono forniti in genere in appositi imballaggi), se sono forniti sfusi, si dovrà avere cura nel trasporto e nell'immagazzinamento di non ammucchiarli disordinatamente e si dovrà evitare che possano essere deformati o danneggiati per effetto di urti fra di essi o con altri materiali pesanti.

#### B) Posa in opera e rinterro

##### 1) Profondità di posa

La profondità di posa misurata dalla generatrice superiore del tubo in PEAD dovrà essere almeno 0,60 m ed in ogni caso sarà stabilita dal Direttore dei lavori in funzione dei carichi dovuti a circolazione, del pericolo di gelo e del diametro della tubazione.

In corso di lavoro, nel caso che si verificano condizioni più gravose di quelle previste dalle norme vigenti e sempre che tali condizioni riguardino tronchi di limitata ampiezza per cui sussista la convenienza economica di lasciare invariati gli spessori previsti in sede di progettazione, si deve procedere ad opera di protezione della canalizzazione tale da ridurre le sollecitazioni sulle pareti del tubo ai valori stabiliti per la classe di spessori prescelta.

Ad esempio, in caso di smottamento o di frana che allarghi notevolmente la sezione della trincea nella parte destinata a contenere la tubazione, si potranno costruire da una parte e dall'altra della tubazione stessa, fino alla quota della generatrice superiore, muretti di pietrame o di calcestruzzo atti a ridurre opportunamente la larghezza della sezione di scavo.

In caso di attraversamento di terreni melmosi o di strade con traffico capace di indurre sollecitazioni di entità dannose per la tubazione, questa si potrà proteggere con una guaina di caratteristiche idonee da determinare di volta in volta anche in rapporto alla natura del terreno.

In caso di altezza di rinterro minore del valore minimo sopra indicato, occorre utilizzare tubi di spessore maggiore o fare assorbire i carichi da manufatti di protezione.

#### 2) Letto di posa

Prima della posa in opera del tubo, sarà steso sul fondo dello scavo uno strato di materiale incoerente, quale sabbia o terra sciolta e vagliata, di spessore non inferiore a 15 cm sul quale verrà posato il tubo che verrà poi rinfiancato quanto meno per 15 cm per lato e ricoperto con lo stesso materiale incoerente per uno spessore non inferiore a 20 cm misurato sulla generatrice superiore.

Il riempimento successivo dello scavo potrà essere costituito dal materiale di risulta dello scavo stesso per strati successivi costipati.

#### 3) Posa della tubazione

L'assemblaggio della condotta può essere effettuato fuori dallo scavo e quindi la posa della condotta avverrà per tratti successivi utilizzando mezzi meccanici.

Prima di effettuare il collegamento dei diversi elementi della tubazione, tubi e raccordi devono essere controllati per eventuali difetti ed accuratamente puliti alle estremità; i tubi inoltre saranno tagliati perpendicolarmente all'asse.

I terminali dei tratti già collegati che per un qualunque motivo debbano rimanere temporaneamente isolati, devono essere chiusi ermeticamente onde evitare l'introduzione di materiali estranei.

Gli accessori interposti nella tubazione come valvole, saracinesche e simili devono essere sorretti in modo da non esercitare alcuna sollecitazione sui tubi.

Il Direttore dei lavori potrà ordinare la posa in opera di opportuni nastri segnaletici sopra la condotta al fine di facilitarne la esatta ubicazione in caso di eventuale manutenzione.

#### 4) Rinterro

Tenuto conto che il tubo, dilatandosi in funzione della temperatura del terreno, assume delle tensioni se bloccato alle estremità prima del riempimento, si dovrà procedere come segue:

il riempimento (almeno per i primi 50 cm sopra il tubo) dovrà essere eseguito su tutta la condotta, nelle medesime condizioni di temperatura esterna; esso sarà di norma eseguito nelle ore meno calde della giornata;

si procederà, sempre a zone di 20-30 m avanzando in una sola direzione e possibilmente in salita: si lavorerà su tre tratte consecutive e si eseguirà contemporaneamente il ricoprimento fino a quota 50 cm sul tubo in una zona, il ricoprimento fino a 15 ÷ 20 cm sul tubo nella zona adiacente e la posa della sabbia intorno al tubo nella tratta più avanzata;

si potrà procedere a lavoro finito su tratte più lunghe solo in condizioni di temperatura più o meno costante.

Per consentire che il tubo si assesti assumendo la temperatura del terreno, una delle estremità della tratta di condotta dovrà essere mantenuta libera di muoversi e l'attacco ai pezzi speciali e all'altra estremità della condotta dovrà essere eseguito dopo che il ricoprimento è stato portato a 5 ÷ 6 m dal pezzo stesso da collegare.

Qualora, per ragioni di resistenza ai carichi esterni, sia necessario effettuare il rinfianco con calcestruzzo, il tubo dovrà essere rivestito con teli di tessuto non tessuto che consentano le deformazioni termiche all'interno del rivestimento protettivo senza compromettere l'integrità del tubo stesso. Dovrà comunque essere verificata la necessità di consentire l'eventuale libera dilatazione in base alla massima dilatazione termica ed alla lunghezza del tratto interessato dal rinforzo.

#### C) Giunzioni e collegamenti

##### 1) Giunzioni

Le giunzioni delle tubazioni in PEAD saranno eseguite, a seconda del tipo stabilito, con le seguenti modalità.

##### 1.1. Giunzione per saldatura

Essa deve essere sempre eseguita:

da personale qualificato;

con apparecchiature tali da garantire che gli errori nelle temperature, nelle pressioni, nei tempi ecc. siano ridotti al minimo;

in ambiente atmosferico tranquillo (assenza di precipitazioni, di vento, di eccessiva polverosità).

#### 1.2. Saldatura per polifusione nel bicchiere

Questo tipo di saldatura si effettua generalmente per la giunzione di pezzi speciali già predisposti per tale sistema (UNI 10910).

In tale tipo di giunzioni la superficie interna del bicchiere (estremità femmina) e la superficie esterna della estremità maschio, dopo accurata pulizia con apposito attrezzo, vengono portate contemporaneamente alla temperatura di saldatura mediante elemento riscaldante che dovrà essere rivestito sulle superfici interessate con PTFE (politetrafluoroetilene) o similari.

Le due estremità vengono quindi inserite l'una nell'altra mediante pressione, evitando ogni spostamento assiale e rotazione.

La pressione deve essere mantenuta fino al consolidamento del materiale. La temperatura dell'attrezzo riscaldante sarà compresa nell'intervallo di  $250 \pm 10^\circ\text{C}$ .

#### 1.3. Saldatura testa a testa

È usata nelle giunzioni fra tubo e tubo e fra tubo e raccordo quando quest'ultimo è predisposto in tal senso.

Questo tipo di saldatura viene realizzata con termoelementi costituiti in genere da piastre di acciaio inossidabile o di lega di alluminio, rivestite con tessuto di PTFE (politetrafluoroetilene) e fibra di vetro, o con uno strato di vernice antiaderente. Tali elementi saranno riscaldati con resistenze elettriche o con gas con regolazione automatica della temperatura.

Prima di effettuare le operazioni inerenti alla saldatura, occorrerà fare in modo che tutte le generatrici del tubo siano alla medesima temperatura.

##### 1.3.1. Preparazione delle testate da saldare

Le testate dei manufatti devono essere preparate per la saldatura testa a testa creando la complanarità delle sezioni di taglio per mezzo di frese che possono essere manuali per i piccoli diametri ed elettriche per i diametri e gli spessori più alti; queste ultime devono avere velocità moderata per evitare il riscaldamento del materiale.

Le testate così predisposte non devono essere toccate da mani o da altri corpi untuosi; nel caso ciò avvenisse dovranno essere accuratamente sgrassate con trielina od altri solventi idonei.

##### 1.3.2. Esecuzione della saldatura

I due pezzi da saldare vengono quindi messi in posizione e bloccati con due ganasce collegate con un sistema che ne permetta l'avvicinamento e che dia una pressione controllata sulla superficie di contatto.

Il termoelemento viene inserito fra le testate che verranno spinte contro la sua superficie.

Il materiale passerà quindi allo stato plastico formando un leggero rigonfiamento.

Al tempo previsto il termoelemento viene estratto e le due testate vengono spinte l'una contro l'altra alla pressione sotto indicata fino a che il materiale non ritorna allo stato solido.

La saldatura non deve essere rimossa se non quando la zona saldata si sia raffreddata spontaneamente alla temperatura di circa  $60^\circ\text{C}$ .

Per una perfetta saldatura il PEAD richiede:

temperatura superficiale del termoelemento  $200 \pm 10^\circ\text{C}$ ;

tempo di riscaldamento variabile in relazione allo spessore;

pressione in fase di riscaldamento, riferita alla superficie da saldare, tale da assicurare il continuo contatto delle testate sulla piastra (valore iniziale  $0,5 \text{ kg/cm}^2$ ).

#### 1.4. Giunzioni elettrosaldabili

Tali giunzioni si eseguono riscaldando elettricamente il bicchiere in PEAD nel quale è incorporata una resistenza elettrica che produce il calore necessario per portare alla fusione il polietilene; sono consigliabili quando si devono assiemare due estremità di tubo che non possono essere rimosse dalla loro posizione (es. riparazioni).

L'attrezzatura consiste principalmente in un trasformatore di corrente che riporta la tensione adatta per ogni diametro di manicotto e ne determina automaticamente i tempi di fusione e sarà impiegata secondo le istruzioni del fornitore.

Per una buona riuscita della saldatura è necessario accertarsi che le superfici interessate alla giunzione (interna del manicotto ed esterna dei tubi) siano assolutamente esenti da impurità di qualsiasi genere ed in particolare modo prive di umidità ed untuosità. Le parti che si innestano nel manicotto devono essere precedentemente raschiate con un coltello affilato onde togliere l'ossidazione superficiale del materiale.

A saldatura ultimata, la stessa non sarà forzata in alcun modo se non fino a quando la temperatura superficiale esterna del manicotto sia spontaneamente scesa sotto i  $50^\circ\text{C}$ .

#### 1.5. Giunzione mediante serraggio meccanico

Può essere realizzata mediante i seguenti sistemi.

giunti metallici. Esistono diversi tipi di giunti metallici a compressione i quali non effettuano il graffaggio del tubo sull'esterno (es. giunti Gibault) e quindi necessitano di una boccola interna.

Nel caso che il graffaggio venga effettuato sull'esterno del tubo non è indispensabile tale boccola.

raccordi di materia plastica. Sono usati vari tipi di raccordi a compressione di materia plastica, nei quali la giunzione viene effettuata con l'uso di un sistema di graffaggio sull'esterno del tubo.

#### 1.6. Giunzione per flangiatura

Per la flangiatura di spezzoni di tubazione o di pezzi speciali si usano flange scorrevoli infilate su collari saldabili in PEAD.

I collari, data la resistenza che devono esercitare, saranno prefabbricati dal fornitore dei tubi e saranno applicati (dopo l'infilaggio della flangia) mediante saldatura di testa. Le flange saranno quindi collegate con normali bulloni o tiranti di lunghezza appropriata, con l'inserimento di idonee guarnizioni in tutti i casi. Le flange, a secondo dell'uso della condotta, potranno essere di normale acciaio al carbonio protetto con rivestimento di plastica; a collegamento avvenuto, flange e bulloni verranno convenientemente protetti contro la corrosione.

#### 1.7) Collegamenti fra tubi in PEAD e tubazioni di altro materiale

Il collegamento fra tubi in PEAD in pressione e raccordi, pezzi speciali ed accessori di altro materiale (gres, amianto cemento, ecc.) avviene generalmente o con una giunzione mediante serraggio meccanico (punto 1.5) o mezzo flange con collari predisposti su tubo (punto 1.6).

In questi casi è preferibile, data la diversità di caratteristiche fra le tubazioni, il collegamento tramite pozzetto di ispezione.

#### D) Ancoraggi e collaudo delle condotte in PEAD.

Eseguiti i necessari ancoraggi secondo le prescrizioni del Direttore dei lavori (a), si procederà alla prova idraulica della condotta.

Il collaudo si deve eseguire sulla tubazione installata, compresi i relativi raccordi e tutti gli organi di intercettazione, se questi sono dimensionati per la pressione di prova. Se questi accessori non sono adatti alla pressione di collaudo, devono essere esclusi con inserimento di dischi di intercettazione.

Le prove di collaudo possono essere di due tipi:

collaudo tradizionale;

collaudo aggiornato (con riferimento ai progetti EN) e possono essere scelte indifferentemente.

#### Collaudo tradizionale

Si verifica la tenuta della condotta a breve durata con una pressione superiore alla pressione nominale della linea. Durante la prova preliminare si deve creare nella tubazione un equilibrio tra tensione e dilatazione, che avrà come risultato, un aumento di volume della condotta. La prova idraulica dei tubi in PE in opera è da effettuare su tratte non più lunghe di 500 m, per evitare problematiche sia durante il collaudo (rabbocco liquido, controllo giunzioni, presenze sacche d'aria) che in caso di rottura della saldatura (svuotamento totale e riempimento in linea). La tubazione deve essere bloccata nello scavo con terra vagliata o sabbia, lasciando possibilmente tutte le saldature scoperte per i controlli di tenuta. La quasi totale copertura del tubo da collaudare eviterà sbalzi di temperatura nelle varie ore del giorno e della notte, consentendo una definizione più precisa della quantità di acqua aggiunta durante le ore di collaudo. Dopo la copertura parziale del tubo, come sopra accennato, si deve riempire la linea con acqua dal punto più basso della condotta, sfiatando la stessa in vari punti per eliminare totalmente le sacche d'aria. Alla fine dell'operazione di riempimento e di sfiato, si procederà con la prova di pressione preliminare per una durata di 6 ore complessive e con pressione di 1,5 PN che non deve superare assolutamente il valore  $PN + 5$  bar. Nel punto di pompaggio deve essere installato, oltre ad un manometro di pressione, anche un manometro registratore (pressione e tempo), permettendo così di documentare l'andamento della prova idraulica e un contatore volumetrico. La pompa deve essere attivata ogni ora per ripristinare la pressione di prova ed il contatore presente nell'unità di pressurizzazione deve conteggiare il volume del liquido aggiunto. Questi dati si devono annotare nel protocollo di collaudo. Durante le 6 ore il tubo si dilaterà sotto la pressione interna e raggiungerà una perdita di pressione fino a 0,8 bar/h. Ad una temperatura di 20°C il volume può aumentare fino al 3%. Se la temperatura è più bassa di 20°C (ad esempio di notte) la dilatazione avrà valori più contenuti. Durante l'operazione di precollaudo si deve controllare la tenuta delle giunzioni e i raccordi flangiati saranno da rinserrare ciclicamente. Prestare attenzione durante queste operazioni al pericolo di incidente in caso di improvvisa perdita della linea, prevedendo adeguate protezioni all'operatore. Al termine della prova preliminare, che deve terminare senza alcuna perdita dalle giunzioni, si procede con la prova principale, abbassando la pressione interna ad un livello di 1,3 PN che non deve superare il valore  $PN + 3$  bar. Questa prova dura 6 ore ed ogni ora deve essere rilevata la pressione interna che indicativamente può scendere di 0,3 bar/h. Non deve essere ripristinata la pressione fino al termine della prova. Il collaudo si ritiene positivo quando  $IL.p = 1,8$  bar (differenza fra pressione iniziale con pressione finale). Durante la prova principale si controllano, da parte dell'operatore, tutte le giunzioni senza che si riscontri alcuna perdita visibile. A collaudo terminato si redige un protocollo che deve essere firmato dall'impresa esecutrice e dalla Direzione Lavori.

#### Collaudo aggiornato

Si verifica la tenuta della condotta con procedimenti particolarmente rapidi utilizzando il “metodo a contrazione” (variazione del volume modificando la pressione). Il principio di questo metodo sfrutta le caratteristiche viscoelastiche del polietilene in quanto abbassando la pressione interna della condotta la contrazione della tubazione mantiene la pressione ad un livello stabile per un breve periodo. Gli elementi necessari per il collaudo sono: unità di prova idraulica composta da motopompa, vasca di stoccaggio liquido da integrare, valvole di sfiato e di regolazione, registratore di pressione, manometro di precisione, termometro, conta litri o serbatoio di recupero graduato per la rilevazione del volume scaricato (suddivisione < 5% del volume richiesto). Le tubazioni devono essere coperte in tutta l'estensione di collaudo per non far loro superare la temperatura massima 20°C.

#### Prova preliminare

Le operazioni da effettuarsi per la prova preliminare sono:

Riempire la condotta con acqua avente temperatura inferiore a 20°C ad una velocità superiore a 1 m/s sfiatandola e traboccandola per evitare sacche d'aria. Chiudere la valvola di alimentazione dell'acqua e lasciare assestare la condotta per almeno 1 h (fase di assestamento).

Mettere in pressione la condotta alla pressione di collaudo P<sub>Coll</sub> di 1,5 PN, non superando PN +5 bar, in un tempo massimo di 10 minuti.

Mantenere la P<sub>Coll</sub> per 30 minuti ripristinando la caduta di pressione al valore P<sub>Coll</sub> (fase di mantenimento).

Controllare nella successiva ora (fase di dilatazione) le variazioni di pressione rispetto alla P<sub>Coll</sub> che non devono essere superiori al 30%. Se la caduta di pressione è superiore al 30% si interrompe la prova, si eliminano le cause delle perdite, e dopo un riposo delle tubature di almeno un'ora, si riprende il collaudo. E' necessario il superamento di questa prova per eseguire la prova principale.

#### Prova principale

A seguito della prova preliminare eseguita con esito positivo, si procede alla diminuzione di pressione (P<sub>Abb</sub>); per i successivi 30 minuti si deve controllare l'andamento della pressione (si può estendere fino a 1,5 ore per ottenere una valutazione più sicura dei risultati).

Se il valore di caduta di pressione rilevata dopo 30 minuti è < 0,25 bar rispetto al valore massimo rilevato in questa fase, si procede al controllo di verifica del risultato prendendo in considerazione il volume dell'acqua scaricato durante la riduzione di pressione.

Se la quantità del liquido è inferiore a quello calcolato il collaudo è positivo; se invece è superiore, la prova deve essere ripetuta.

#### Collaudo idraulico per tubazioni corrugate

Come specificato nel progetto di norma UNI EN 13476, il sistema tubazione corrugata - manicotto è garantito per resistere ad una pressione di 0,5 bar e ad una pressione di - 0,3 bar alla temperatura di 23°C.

Tali condizioni vengono garantite anche nel caso in cui si abbia una deflessione diametrale (pari al 10% del tubo e al 5% del manicotto) o una deflessione angolare del sistema (variabile, secondo il diametro, da 2° a 1°).

Il collaudo idraulico viene effettuato con la chiusura con palloni gonfiabili di tratti di condotta, sottoposti successivamente a pressione statica applicata con colonna piezometrica o con pompa da collaudo a 0,5 bar.

Fino ad oggi non sono stati stabiliti i criteri di controllo ed i parametri d'accettazione per i tubi strutturati; si consiglia quindi di adottare gli stessi criteri usati per i tubi rigidi (norma UNI EN 1610 “Costruzione e collaudo di connessioni di scarico e collettori di fognatura”). La norma prevede la possibilità di eseguire il collaudo con due diversi metodi: prova ad acqua (metodo “W”);

prova ad aria (metodo “L”), secondo quattro metodi di prova (LA, LB, LC e LD).

I valori di riferimento per la pressione di prova, la caduta di pressione ed i tempi di collaudo sono riportati nel prospetto 3 in riferimento a “tubi in calcestruzzo impregnato e tutti gli altri materiali” della norma UNI EN 1610.

E' consigliabile eseguire la prova di tenuta ad aria, essendo questa più rapida per motivi logistici rispetto a quella ad acqua.

#### Metodo ad aria

Le attrezzature necessarie per lo svolgimento della prova di collaudo, consistono in una serie di palloni di gomma che dovranno aderire alla parete interna della tubazione, un compressore, un manometro collegato ad un rilevatore con diagramma.

La prova consiste nel posizionare a valle e a monte del tratto considerato due palloni di tenuta per la chiusura della sezione di deflusso. Uno dei due palloni è dotato di una valvola passante per il riempimento d'aria nella condotta, collegata ad un'attrezzatura esterna di registrazione e rilievo.

La prova di collaudo è suddivisa nelle seguenti fasi:

caricamento dell'aria nella condotta ad una pressione di 0,5 bar;

raggiungimento della pressione di collaudo di circa 0,3 bar nella condotta;

assestamento del sistema per un periodo di circa 5 minuti;

inizio del collaudo ad una pressione stabilizzata di 0,3 bar;

---

verifica della perdita di pressione dopo un tempo prestabilito di 15 minuti.

La prova è da ritenersi positiva se il decadimento della pressione è inferiore del 10% rispetto alla pressione iniziale.

#### Tubazioni in cloruro di polivinile (PVC) rigido non plastificato

Le tubazioni in PVC (cloruro di polivinile) rigido non plastificato devono corrispondere alle caratteristiche ed ai requisiti di accettazione prescritti dalle Norme vigenti ed alle Raccomandazioni IIP.

I tubi in PVC sono fabbricati con cloruro di polivinile esente da plastificanti e cariche inerti, non colorato artificialmente e miscelato - a scelta del fabbricante, purché il manufatto ottenuto risponda ai requisiti stabiliti dalle Norme vigenti - con opportuni stabilizzanti e additivi nelle quantità necessarie.

Devono avere costituzione omogenea e compatta, superficie liscia ed esente da ondulazioni e da striature cromatiche notevoli, da porosità e bolle; presentare una sezione circolare costante; ed avere le estremità rifinite in modo da consentire il montaggio ed assicurare la tenuta del giunto previsto per le tubazioni stesse.

I tubi e i raccordi di PVC devono essere contrassegnati con il marchio di conformità I.I.P. che ne assicura la rispondenza alle norme UNI.

I raccordi e i pezzi speciali in PVC per acquedotti e per fognature dovranno rispondere alle caratteristiche stabilite rispettivamente dalle norme UNI EN 1452-3, UNI EN 1401.

Per la rete di distribuzione idrica (impianto di irrigazione) saranno impiegati tubi della serie e con caratteristiche riportate nell'elenco descrittivo delle lavorazioni e forniture, con giunti in grado di resistere ad una pressione di esercizio doppia rispetto a quella di calcolo.

Costruzione delle condotte in pvc rigido non plastificato.

Norme da osservare

Per la movimentazione e la posa dei tubi in PVC (cloruro di polivinile) saranno scrupolosamente osservate le prescrizioni contenute nelle Raccomandazioni IIP.

Movimentazione

Tutte le operazioni di cui appresso - per trasporto, carico, scarico, accatastamento, ed anche per posa in opera - devono essere effettuate con cautela ancora maggiore alle basse temperature (perché aumentano le possibilità di rotture o fessurazione dei tubi).

#### 1. Trasporto

Nel trasporto bisogna supportare i tubi per tutta la loro lunghezza onde evitare di danneggiarne le estremità a causa delle vibrazioni.

Si devono evitare urti, inflessioni e sporgenze eccessive, contatti con corpi taglienti ed acuminati.

Le imbragature per il fissaggio del carico possono essere realizzate con funi o bande di canapa, di nylon o similari; se si usano cavi d'acciaio, i tubi devono essere protetti nelle zone di contatto. Si deve fare attenzione affinché i tubi, generalmente provvisti di giunto ad una delle estremità, siano adagiati in modo che il giunto non provochi una loro inflessione; se necessario si può intervenire con adatti distanziatori tra tubo e tubo.

Nel caricare i mezzi di trasporto, si adageranno prima i tubi più pesanti, onde evitare la deformazione di quelli più leggeri.

Qualora il trasporto venga effettuato su autocarri, i tubi non dovranno sporgere più di un metro dal piano di carico. Durante la movimentazione in cantiere e soprattutto durante il defilamento lungo gli scavi, si deve evitare il trascinarsi dei tubi sul terreno, che potrebbe provocare danni irreparabili dovuti a rigature profonde prodotte da sassi o da altri oggetti acuminati.

#### 2. Carico e scarico

Queste operazioni devono essere effettuate con grande cura. I tubi non devono essere né buttati, né fatti strisciare sulle sponde degli automezzi caricandoli o scaricandoli dai medesimi; devono invece essere sollevati ed appoggiati con cura.

#### 3. Accatastamento e deposito

I tubi lisci devono essere immagazzinati su superfici piene prive di parti taglienti e di sostanze che potrebbero intaccare i tubi.

I tubi bicchierati, oltre alle avvertenze di cui sopra, devono essere accatastati su traversini di legno, in modo che i bicchieri della fila orizzontale inferiore non subiscano deformazioni; inoltre i bicchieri stessi devono essere sistemati alternativamente dall'una e dall'altra parte della catasta in modo da essere sporgenti (in questo modo i bicchieri non subiscono sollecitazioni ed i tubi si presentano appoggiati lungo un'intera generatrice).

I tubi devono essere accatastati ad un'altezza non superiore a 1,50 m (qualunque sia il loro diametro), per evitare possibili deformazioni nel tempo.

Se i tubi non vengono adoperati per un lungo periodo, devono essere protetti dai raggi solari diretti con schermi opachi che però non impediscono una regolare aerazione.

Qualora i tubi venissero spediti in fasci legati con gabbie, è opportuno seguire, per il loro accatastamento, le istruzioni del produttore. Nei cantieri dove la temperatura ambientale può superare agevolmente e per lunghi

periodi a 25°C, è da evitare l'accatastamento di tubi infilati l'uno nell'altro, che provocherebbe l'ovalizzazione, per eccessivo peso, dei tubi sistemati negli strati inferiori.

#### 4. Raccordi e accessori

I raccordi e gli accessori vengono in generale forniti in appositi imballaggi. Se invece sono sfusi si dovrà evitare, in fase di immagazzinamento e di trasporto, di ammucchiarli disordinatamente così come si dovrà evitare che possano deformarsi o danneggiarsi per urti tra loro o con altri materiali pesanti.

Posa in opera e rinterro

##### 1. Letto di posa

Il fondo dello scavo, che dovrà essere stabile, verrà accuratamente livellato in modo da evitare gibbosità ed avvallamenti onde consentire che il tubo in PVC vi si appoggi per tutta la sua lunghezza.

Prima della collocazione del tubo sarà formato il letto di posa per una altezza minima di 10 cm distendendo sul fondo della trincea, ma dopo la sua completa stabilizzazione, uno strato di materiale incoerente - quale sabbia o terra sciolta e vagliata - che non contenga pietruzze; il materiale più adatto è costituito da ghiaia o da pietrisco di pezzatura 10-15 mm oppure da sabbia mista a ghiaia con diametro massimo di 20 mm.

Su tale strato verrà posato il tubo che verrà poi rinfiancato quanto meno per 20 cm per lato e ricoperto con lo stesso materiale incoerente per uno spessore non inferiore a 20 cm misurato sulla generatrice superiore. Su detto ricoprimento dovrà essere sistemato il materiale di risulta dello scavo per strati successivi non superiori a 30 cm di altezza, costipati e bagnati se necessario.

##### 2. Posa della tubazione

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

I tubi ed i raccordi devono essere sistemati sul letto di posa in modo da avere un contatto continuo con il letto stesso.

Le nicchie precedentemente scavate per l'alloggiamento dei bicchieri devono, se necessario, essere accuratamente riempite, in modo da eliminare eventualmente spazi vuoti sotto i bicchieri stessi.

##### 3. Rinterro

Il materiale già usato per la costituzione del letto verrà sistemato attorno al tubo e costipato a mano per formare strati successivi di 20-30 cm fino alla mezzera del tubo, avendo la massima cura nel verificare che non rimangano zone vuote sotto al tubo e che il rinfianco tra tubo e parete dello scavo sia continuo e compatto. Durante tale operazione verranno recuperate le eventuali impalcature poste per il contenimento delle pareti dello scavo.

Il secondo strato di rinfianco giungerà fino alla generatrice superiore del tubo. La sua compattazione dovrà essere eseguita sempre con la massima attenzione. Il terzo strato giungerà ad una quota superiore per 15 cm a quella della generatrice più alta del tubo. La compattazione avverrà solo lateralmente al tubo, mai sulla sua verticale. L'ulteriore riempimento sarà effettuato con il materiale proveniente dallo scavo, depurato dagli elementi con diametro superiore a 10 cm e dai frammenti vegetali ed animali.

Gli elementi con diametro superiore a 2 cm, presenti in quantità superiore al 30%, devono essere eliminati, almeno per l'aliquota eccedente tale limite. Le terre difficilmente comprimibili (torbose, argillose, ghiacciate) sono da scartare. Il riempimento va eseguito per strati successivi di spessore pari a 30 cm che devono essere compattati ed eventualmente bagnati per lo spessore di 1 m (misurato dalla generatrice superiore del tubo).

Infine va lasciato uno spazio libero per l'ultimo strato di terreno vegetale.

Pozzetti, giunzioni e prova delle condotte in PVC per acquedotto

##### 1. Pozzetti

Nei pozzetti da costruire per il contenimento di apparecchiature idrauliche (scarichi, sfiati, ecc.) lungo la condotta in PVC per acquedotti, è indispensabile che i due tronchetti di acciaio calibrato a flangia - che vanno collocati per collegarsi da una parte con la tubazione in PVC (un tronchetto mediante giunto meccanico e l'altro tronchetto mediante giunto scorrevole con guarnizione elastomerica) e dall'altra parte con la saracinesca o lo sfiato, ecc. mediante giunto a flangia - fuoriescano, per la parte flangiata, dalla muratura verso l'interno del pozzetto.

##### 2. Giunzioni

Le giunzioni delle tubazioni di PVC per acquedotti saranno eseguite, a seconda del tipo di giunto stabilito, con le seguenti modalità.

A) Giunti a bicchiere e a manicotto a scorrimento assiale con tenuta mediante guarnizioni elastomeriche

Verificare che le estremità dei tubi siano smussate correttamente;

provvedere ad una accurata pulizia delle parti da congiungere, assicurandosi che esse siano integre; se già inserita, togliere provvisoriamente la guarnizione di tenuta;

segnare sulla parte maschia del tubo una linea di riferimento procedendo come segue:

- si introduce il tubo nel bicchiere fino a rifiuto, segnando la posizione raggiunta,

- si ritira il tubo non meno di 10 mm,

- si segna in modo ben visibile sul tubo la nuova posizione raggiunta, che è la linea di riferimento;

inserire la guarnizione elastomerica di tenuta nell'apposita sede;  
lubrificare la superficie interna della guarnizione e la superficie esterna della punta con apposito lubrificante (acqua saponosa o lubrificante a base di silicone, ecc.);  
infilare la punta nel bicchiere fino alla linea di riferimento, facendo attenzione che la guarnizione non esca dalla sede.

B) Giunti a bicchiere e a manicotto del tipo non scorrevole ottenuti mediante incollaggio

Verificare che tubo e bicchiere abbiano diametri di accoppiamento rispondenti alle norme UNI vigenti;

verificare che le estremità dei tubi siano smussate correttamente;

pulire accuratamente le superfici di accoppiamento del tubo e del bicchiere con carta vetrata o solventi adeguati (molti incollaggi difettosi sono imputabili alla cattiva esecuzione di questa operazione);

introdurre il tubo nel bicchiere fino a battuta e fare un segno sulla superficie dello stesso in corrispondenza della bocca del bicchiere. Ciò consente di predeterminare la porzione di tubo che dovrà essere spalmata di collante;

assicurarsi che il collante impiegato non sia un adesivo ma realizzi una saldatura chimica;

spalmare il collante, con un pennello di dimensioni adeguate, in maniera uniforme sulla superficie interna del bicchiere e sulla superficie esterna del tubo in corrispondenza della zona precedentemente marcata, avendo cura di accertarsi che non resti un'eccessiva quantità di collante nell'interno del bicchiere;

introdurre immediatamente il tubo nel bicchiere fino a battuta. Dopo questa operazione è opportuno non sottoporre a tensioni il collegamento effettuato. Prima di mettere l'impianto in esercizio è consigliabile attenersi alle istruzioni del fabbricante relativamente al tempo di consolidamento del collante.

C) Giunti a serraggio meccanico tipo "Gibault".

Qualunque sia la forma esterna ed il tipo di serraggio con cui questo giunto è realizzato è necessario che la sua lunghezza utile, ossia la distanza assiale fra le due guarnizioni, sia non inferiore alla somma delle massime possibili variazioni lineari dei due tronchi da congiungere più una quantità variabile dai 30 ai 100 mm in relazione al diametro dei tronchi stessi.

Provvedere ad un'accurata pulizia delle parti da congiungere, assicurarsi che esse siano integre, infilare le due estremità nel giunto meccanico assicurandosi che ciascuna di esse sia introdotta per una lunghezza corrispondente ad almeno 1/3 della lunghezza del manicotto senza però che vengano a contatto fra di loro; infilare i bulloni, le rondelle ed i dadi attuandone il serraggio a croce.

D) Giunti con ancoraggio mediante anello o ghiera di graffaggio

Tagliare il tubo nella lunghezza richiesta. Per il montaggio dei raccordi di misure medie e grandi, la parte terminale del tubo dovrà essere smussata accuratamente;

separare le parti del raccordo e montarle sul tubo: prima la ghiera, seguita dall'anello di serraggio. Fare attenzione che l'anello di serraggio conico sia disposto nella direzione esatta, cioè con la parte terminale maggiore verso il raccordo;

infilare il tubo nel corpo del raccordo fino a che non oltrepassi la guarnizione toroidale elastomerica e tocchi la battuta interna del corpo del raccordo. Nel caso di misure medie e grandi è bene lubrificare con acqua saponata o vasellina la parte terminale del tubo e la guarnizione toroidale elastomerica;

accostare l'anello di serraggio conico al corpo del raccordo. Per fare scivolare meglio l'anello di serraggio, dilatarlo con un cacciavite;

avvitare strettamente la ghiera al corpo del raccordo. Per il serraggio finale, nelle misure medie e grandi, dovrà essere usata una chiave a nastro.

E) Giunti a flangia libera con collare di appoggio o fissa.

**Anche per questo tipo di giunto si tenga conto di quanto indicato al punto C):**

infilare la flangia libera nell'estremità del tubo;

unire il collare d'appoggio al tubo procedendo come descritto al punto B);

disporre la guarnizione elastomerica nell'apposita scanalatura del collare;

bullonare effettuando il serraggio a croce.

3. Collegamento dei tubi in PVC per acquedotto con tubi di altro materiale

In genere, il collegamento fra tubazioni per acquedotto di diverso materiale avviene a mezzo flange opportunamente predisposte, oppure a mezzo di raccordi di PVC o PVC e metallo con una derivazione filettata e l'altra per incollaggio.

Nel giunto di PVC confezionato con bicchiere con guarnizione elastomerica non può essere inserito un normale tubo di acciaio perché di diverse dimensioni. Ne consegue che per la costruzione di tronchetti adatti bisogna utilizzare tubi calibrati di acciaio senza saldatura (tubi di precisione) di cui alla norma UNI 2898, oppure calibrare opportunamente al tornio tubi di acciaio senza saldatura di cui alla norma UNI ISO 4200, scegliendo in ogni caso i diametri adatti.

Al tronchetto verrà poi saldata una flangia avente dimensioni opportune, oppure una flangia cieca secondo UNI EN 1092.

Sarà così possibile «confezionare» un tronchetto di partenza adatto all'unione con saracinesche, idranti, sfiati, T, croci, ecc. a mezzo di flangia e connettere il tutto ai tubi di PVC inserendo il tronchetto nel giunto con guarnizione elastomerica.

#### 4. Prova idraulica della condotta in PVC per acquedotto

La prova si intende riferita alla condotta con i relativi giunti, curve, T, derivazioni e riduzioni, escluso quindi qualsiasi altro accessorio idraulico, e cioè: saracinesche, sfiati, scarichi di fondo, idranti, ecc.

La prova idraulica in opera dei tubi di PVC per acquedotto sarà effettuata su tratte di lunghezza fino a 1000 metri.

Come prima operazione si dovrà procedere ad ancorare la condotta nello scavo mediante parziale riempimento con terra vagliata, con l'avvertenza però di lasciare i giunti scoperti ed ispezionabili. Ciò per consentire il controllo della loro tenuta idraulica e per evitare comunque il movimento orizzontale e verticale dei tubi e dei giunti stessi sottoposti a pressione. Si procederà quindi al riempimento con acqua dal punto più depresso della tratta ove verrà installato pure il manometro. Si avrà la massima cura nel lasciare aperti i rubinetti, sfiati, ecc. onde consentire la completa fuoriuscita dell'aria.

Riempita la tratta nel modo sopra descritto la si metterà in pressione a mezzo di una pompa a mano, salendo gradualmente di un  $\text{kg/cm}^2$  al minuto primo fino a raggiungere la pressione di esercizio a 20 °C. Questa verrà mantenuta per circa 2 ore, per consentire l'assestamento dei giunti e la eliminazione di eventuali perdite che non richiedono lo svuotamento della condotta. Ad esito positivo di questa prova si procederà a portare la tratta interessata alla pressione di prova idraulica. Questa ultima sarà di 1,5 volte la pressione di esercizio a 20 °C e dovrà essere raggiunta con la gradualità sopra specificata e dovrà rimanere costante per una durata di 2 ore.

Solo ad esito positivo della suddetta prova, si procederà al totale rinterro del tronco in esame.

Pozzetti, giunzioni, prova e collaudo delle condotte in PVC per fognatura

##### 1) Pozzetti

Per i pozzetti di una rete fognaria con tubazione in PVC (che devono essere stagni) le installazioni più frequenti sono le seguenti.

Pozzetto di linea per ispezione e lavaggio con derivazione a 45°, la cui entrata deve essere chiusa con tappo a vite o con un normale tappo per tubi bloccato con una staffa.

Pozzetto di linea con immissione di utenza, con o senza acqua di falda. Se l'acqua di falda ha un livello superiore, verrà inserito un elemento di tubo di lunghezza adeguata, previo posizionamento di un anello elastomerico in modo di garantire la tenuta da e verso l'esterno.

Pozzetto di linea con immissione di utenza e cambio, in aumento, di diametro. L'aumento può essere ruotato di 180° in modo da determinare un piccolo salto. In presenza di acqua di falda vale quanto si è già detto precedentemente.

Pozzetto di salto senza o con continuità di materiale.

Pozzetto di linea di ispezione e di lavaggio totalmente realizzato in materiale plastico.

##### 2) Giunzioni

Le giunzioni delle tubazioni in PVC per fognatura saranno eseguite, a seconda del tipo di giunto, con le seguenti modalità:

#### **A) Giunti di tipo rigido (giunto semplice o a manicotto del tipo rigido ottenuto per incollaggio).**

eliminare le bave nella zona di giunzione;

eliminare ogni impurità dalle zone di giunzione;

rendere uniformemente scabre le zone di giunzione, trattandole con carta o tela smerigliate di grana media;

completare la preparazione delle zone da incollare, sgrassandole con solventi adatti;

mescolare accuratamente il collante nel suo recipiente prima di usarlo;

applicare il collante nelle zone approntate, ad avvenuto essiccamento del solvente stendendolo longitudinalmente, senza eccedere, per evitare indebolimenti della giunzione stessa;

spingere immediatamente il tubo, senza ruotarlo, nell'interno del bicchiere e mantenerlo in tale posizione almeno per 10 secondi;

asportare l'eccesso di collante dall'orlo del bicchiere;

attendere almeno un'ora prima di maneggiare i tubi giuntati;

effettuare le prove idrauliche solo quando siano trascorse almeno 24 ore.

#### **B) Giunti di tipo elastico (giunto semplice od a manicotto del tipo elastico con guarnizione elastomerica).**

Provvedere ad una accurata pulizia delle parti da congiungere, assicurandosi che siano integre: togliere provvisoriamente la guarnizione elastomerica qualora fosse presente nella sua sede;

segnare sulla parte maschio del tubo (punta), una linea di riferimento. A tale scopo si introduce la punta nel bicchiere fino a rifiuto, segnando la posizione raggiunta. Si ritira il tubo di 3 mm per ogni metro di interesse. Tra due giunzioni (in ogni caso tale ritiro non deve essere inferiore a 10 mm), si segna sul tubo tale nuova posizione che costituisce la linea di riferimento prima accennata;

inserire in modo corretto la guarnizione elastomerica di tenuta nella sua sede nel bicchiere;

lubrificare la superficie interna della guarnizione e la superficie esterna della punta con apposito lubrificante (grasso od olio siliconato, vaselina, acqua saponosa, ecc.);

infilare la punta nel bicchiere fino alla linea di riferimento, facendo attenzione che la guarnizione non esca dalla sua sede. La perfetta riuscita di questa operazione dipende esclusivamente dal preciso allineamento dei tubi e dall'accurata lubrificazione;

a) le prove idrauliche possono essere effettuate non appena eseguita la giunzione.

Per effettuare tanto una giunzione rigida quanto una giunzione elastica, il tubo alla sua estremità liscia va tagliato normalmente al suo asse con una sega a denti fini oppure con una fresa. L'estremità così ricavata, per essere introdotta nel rispettivo bicchiere, deve essere smussata secondo un'angolazione precisata dalla ditta costruttrice (normalmente 15°) mantenendo all'orlo uno spessore (crescente col diametro), anch'esso indicato dal produttore.

3) Collegamento dei tubi in PVC per fognatura con tubi di altro materiale

Per il collegamento con tubo di ghisa, a seconda che questo termini con un bicchiere o senza il bicchiere, si usano opportune guarnizioni doppie (tipo Mengerling) oppure si applica una guarnizione doppia e un raccordo di riduzione.

Per il collegamento con tubi di gres o di altro materiale si usa un raccordo speciale; lo spazio libero tra bicchiere e pezzo conico speciale viene riempito con mastice a base di resine poliestere o con altri materiali a freddo.

Per i collegamenti suddetti si seguiranno gli schemi indicati nelle Raccomandazioni I.I.P. per fognature.

4) Prova idraulica della condotta in PVC per fognatura

La tubazione verrà chiusa alle due estremità con tappi a perfetta tenuta, dotati ciascuno di un raccordo con un tubo verticale per consentire la creazione della pressione idrostatica voluta.

La tubazione dovrà essere adeguatamente ancorata per evitare qualsiasi movimento provocato dalla pressione idrostatica.

Il riempimento dovrà essere accuratamente effettuato dal basso in modo da favorire la fuoriuscita dell'aria curando che, in ogni caso, non si formino sacche d'aria.

Una pressione minima di 0,3 m d'acqua (misurata al punto più alto del tubo) sarà applicata alla parte più alta della canalizzazione ed una pressione massima non superiore a 0,75 m d'acqua sarà applicata alla parte terminale più bassa.

Nel caso di canalizzazioni a forti pendenze, il Direttore dei lavori potrà ordinare l'esecuzione della prova per sezioni onde evitare pressioni eccessive.

Il sistema dovrà essere lasciato pieno d'acqua almeno un'ora prima di effettuare qualsiasi rilevamento.

La perdita d'acqua, trascorso tale periodo, sarà accertata aggiungendo acqua, ad intervalli regolari, con un cilindro graduato e prendendo nota della quantità necessaria per mantenere il livello originale.

La perdita d'acqua non deve essere superiore a 3 l/km per ogni 25 mm di diametro interno, per 3 bar e per 24 ore (1).

In pratica la condotta si ritiene favorevolmente provata quando, dopo un primo rabbocco per integrare gli assestamenti, non si riscontrano ulteriori variazioni di livello.

Per i pozzetti, la prova di tenuta si limita al riempimento del pozzetto con acqua ed alla verifica della stazionarietà del livello per un tempo non inferiore a 45 minuti primi. La variazione di livello non deve essere superiore al 5%.

5) Verifiche, in sede di collaudo, della condotta in PVC per fognatura

In sede di collaudo dell'opera appaltata, sarà verificata la perfetta tenuta idraulica della tubazione e la deformazione diametrale; questa deve essere inferiore ai valori consigliati dalla raccomandazione ISO/DTR 7073 riportati nella seguente tabella.

Tipo UNI EN 1401-1	deformazione diametrale D/D	
	dopo 1÷3 mesi	dopo 2 anni
SN 4 SDR 41	5% medio 8% max. locale	10% max.
SN 2 SDR 51	5% max	8% max

La verifica può essere effettuata mediante strumenti meccanici (sfera o doppio cono) o mediante strumenti ottici (telecamere). Dalla verifica possono essere escluse, per difficoltà di esecuzione, le tratte che comprendono i pezzi speciali. Possono essere ammessi valori di deformazione, misurata 3 mesi dopo l'installazione, superiori a quelli massimi sopra stabiliti, ma non oltre 1,25 volte, se si accerta che tale deformazione è dovuta ad un sovraccarico locale o ad un assestamento diseguale determinato dalla diversa resistenza dei letti di posa (con una conseguente flessione longitudinale), per cui si può dimostrare che la durata dell'installazione non è intaccata.

Tubi e raccordi di policloruro di vinile (PVC)

Le forniture dei tubi e dei raccordi in PVC dovranno corrispondere per tipi, dimensioni, caratteristiche alle norme di unificazione UNI vigenti all'atto della costruzione della condotta, con elementi realizzati con policloruro di vinile esente da plastificanti e da cariche inerti, ammettendo le sole quantità indispensabili di stabilizzanti e lubrificanti necessari per la lavorazione. In altri termini la miscela impiegata per la fabbricazione dei tubi dovrà essere costituita da PVC con la sola aggiunta di fluidificanti, stabilizzanti, cariche inerti ed altri additivi nelle quantità strettamente necessarie atte a facilitare le operazioni di estrusione, garantendo comunque la stabilità delle caratteristiche del polimero sia in fase di lavorazione e sia durante la vita utile del manufatto.

Il contenuto di PVC nella miscela deve essere almeno 80% in massa secondo quanto stabilisce la norma di riferimento per la produzione di tubazioni; per determinare questa percentuale il metodo di prova è definito nella UNI EN 1905.

Salvo diversa disposizione normativa si farà riferimento alla norma relativa alle modalità di fornitura e collaudo dei tubi di PVC-U (non plastificato) UNI EN 1401 Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione – Polivinilcloruro non plastificato (PVC-U).

I tubi oggetto della fornitura dovranno essere fabbricati secondo due distinte classi di rigidità anulare (SN Stiffness Nominal) determinata secondo UNI EN ISO 9969 che corrispondono a diversi valori di Standard Dimensional Ratio (SDR) con conseguenti condizioni di impiego brevemente riassunte:

	Rigidità minima (kN/m <sup>2</sup> )	Standard Dimensional Ratio (SDR)	Temperatura massima permanente (°C)	Massimo ricoprimento del terreno (m a partire dalla generatrice superiore del tubo)	Massimo traffico stradale (t/asse)
SN 4 - SDR 41	4	41	40	6	18
SN 2 - SDR 51	2	51	40	4	12

In base alle condizioni di posa, se sussistono incertezze nella scelta della rigidità anulare da fornire al tubo, il Progettista deve esibire l'appropriato calcolo statico. Il sistema di giunzione sarà normalmente a bicchiere, con guarnizione brevettata e dotato di un elastomero, preinserito in fase di produzione, costituito da una struttura a campana, di gomma flessibile con ghiera incorporata. La guarnizione a tenuta dovrà risultare inamovibile e bloccata nella sede del bicchiere, in quanto prodotto sulla conformazione geometrica dell'anello brevettato e non deve provocare effetti nocivi sulle proprietà del tubo e deve avere la rispondenza ai requisiti prescritti nelle UNI EN 681-1, UNI EN 681-2. Ogni tubo dovrà pervenire con l'estremità liscia tagliata nettamente e perpendicolare all'asse del tubo stesso con uno smusso di circa 15°.

I materiali che costituiscono il tubo e la guarnizione, oggetto della fornitura devono essere sottoposte alle prove di controllo indicate nella norma UNI EN 1401-1 nel Laboratorio aziendale della Ditta fornitrice, così come previsto nei Piani di controllo e Campionamento dello Stabilimento, nel rispetto delle normative sia della garanzia del Sistema Qualità UNI EN ISO 9001:2008, sia dalla norma di prodotto, sia dai piani di controllo degli Enti terzi.

Le dimensioni delle tubazioni devono essere misurate e controllate in accordo con la normativa vigente.

I tubi sono forniti con lunghezze commerciali determinati dalla lunghezza utile stabilita nel contratto di vendita più la lunghezza del bicchiere di giunzione. Immediatamente dopo la produzione l'ovalizzazione è minore od uguale a 0,024 DN.

Lo spessore della parete è denominato con "e". Dovrà risultare conforme a quello indicato nella tabella 4 della norma UNI EN 1401.

$e_{min}$  = Spessore di parete minimo

$e_{m, max}$  = Spessore di parete medio massimo

La marcatura, ovvero l'identificazione minima con cui vengono forniti i tubi, dovrà essere conforme alla UNI EN 1401 ed è effettuata in fabbrica in maniera continua ed indelebile, su almeno una generatrice esterna del tubo con lunghezze variabili, aventi intervalli massimi di 2 metri. La marcatura serve inoltre per la rintracciabilità del prodotto come richiesto dalla norma UNI EN ISO 9001:2008.

L'omologazione delle tubazioni potrà essere svolta anche da Organismi che operano a livello europeo (francesi, tedeschi, austriaci...). Segue un elenco di elementi che dovranno necessariamente comparire nella marcatura minima:

numero della norma (UNI EN 1401);  
codice area di applicazione (U o UD);  
nome del produttore e/o marca della fabbrica;  
indicazione del materiale (PVC – U)  
diametro nominale (DN);  
spessore minimo di parete e/o SDR;  
rigidità nominale SN;  
informazioni del fabbricante (data e luogo di produzione ai fini della rintracciabilità).

Il fornitore in fase di fornitura in cantiere dovrà allegare:

la certificazione di qualità secondo UNI EN ISO 9000 da parte di istituto o ente competente, rilasciata conformemente a UNI CEI EN ISO/IEC 17021;

dichiarazione firmata dell'utilizzo di materia prima (miscela) vergine;

la certificazione di conformità (Marchio) alla norma UNI EN 1401 dei tubi da parte di società certificatrice, rilasciata conformemente a UNI CEI EN 45011.

Il committente si riserva il diritto di verificare mediante prelievo di campioni di tubo e/o di materia prima, la rispondenza a quanto dichiarato dal fornitore. Resta inteso che anche l'eventuale presenza di incaricati del Committente in occasione delle prove o degli esami condotti dal fornitore sulle tubazioni non può considerarsi in ogni caso sostitutiva dei controlli del fornitore, rimanendo egli il solo responsabile della qualità dei tubi che produce.

La Direzione dei lavori si riserva il diritto di richiedere l'assistenza da parte di un tecnico qualificato in occasione dell'inizio lavori di cantiere per la verifica delle corrette modalità di posa (raccomandazioni secondo ENV 1046 o pubblicazione n. 1 dell'Istituto Italiano dei Plastici: "Installazione delle fognature di PVC – Norma UNI EN 1401"; l'assistenza da parte di personale competente in merito alle procedure di collaudo idraulico in cantiere (secondo DM 12.12.85 per le opere pubbliche) di condotte interrato di fognatura secondo procedimento UNI EN 1610.

Per la movimentazione ed il trasporto dei tubi dovranno essere messi in atto tutti quei procedimenti idonei a far sì che questi giungano alla consegna perfettamente integri. L'eventuale deterioramento dei tubi, constatato all'atto della consegna, implica la contestazione del materiale difettoso. I pezzi contestati resteranno a disposizione del fornitore, le riparazioni ed i controlli saranno a suo carico.

#### Tubazioni in cemento

I tubi di cemento a sezione circolare armati dovranno essere costituiti da un impasto di conglomerato cementizio vibrato e centrifugato a pressione costante, realizzato con impasto idoneo a rispettare le condizioni geometriche, di esposizione che di resistenza indicate su richiesta dell'Impresa dalla Direzione dei lavori.

Comunque le tubazioni saranno prodotte in conformità alla normativa EN 1916, dotate di basamento d'appoggio piano e normalmente lunghezza utile di mm. 2000. La Direzione dei lavori accetterà in cantiere solo tubazioni perfettamente rettilinee, di uniforme spessore, con sezione interna perfettamente circolare, scevre da screpolature ed assolutamente impermeabili.

Il calcestruzzo dovrà essere confezionato con almeno 3 pezzature di inerte in modo da ottenere una distribuzione granulometrica ed una caratteristica di resistenza adeguata al tubo da realizzare; dovrà avere una resistenza caratteristica cubica di 28 giorni di maturazione  $R_{ck} > 400 \text{ kg./cm}^2$ . con l'impiego di cemento R 325. Potrà essere richiesto l'impiego di cemento Ferrico-Pozzolatico.

Particolare cura dovrà essere posta nel controllare il rapporto acqua-cemento e nell'impedire una troppo rapida essiccazione del calcestruzzo. Il calcestruzzo deve essere mescolato e versato negli stampi con mezzi meccanici. I tubi devono essere fabbricati in luoghi chiusi e rimanervi almeno 3 giorni, protetti dal sole e tenuti abbondantemente umidi. Durante questo periodo la temperatura non deve scendere sotto i +5 gradi centigradi.

La lunghezza utile dell'elemento prefabbricato, di norma sarà superiore a m. 2,50. La tolleranza nelle lunghezze è pari allo 0,6%; quella nella profondità nei bicchieri è pari a +5 mm. Le generatrici del tubo possono allontanarsi dalla linea retta non più di mm. 3 per ogni metro di lunghezza, per i tubi con diametro fino a mm. 600, e non più di mm. 5 per ogni metro di lunghezza per i tubi con diametro oltre i 600 mm. Lo scostamento angolare tra i piani contenenti ciascuna estremità e quello perpendicolare all'asse del tubo dovrà essere contenuto in 0 gradi e 40' sessagesimali.

La connessione degli elementi sarà normalmente realizzata mediante giunto a bicchiere adatto a ricevere opportuna guarnizione in elastomero a struttura compatta, conforme alla normativa EN 681-1, fornita separatamente o incorporata nel giunto. Il tubo ed il relativo bicchiere dovranno essere conformati in modo da consentire l'adozione dell'anello di gomma (durezza 47 shore) o altro equivalente sistema che garantisca la tenuta stagna delle giunzioni.

Le eventuali armature dovranno essere del tipo tradizionale a ferri longitudinali avvolti da armatura a spirale o del tipo ad armatura diffusa composta di fibre di acciaio cadmiato (estesa anche al bicchiere di giunzione) le cui

dimensioni dovranno risultare da calcoli statici che tengano conto della profondità di posa e delle norme vigenti per il calcolo dei cementi armati.

In caso di specifica richiesta le tubazioni dovranno essere verniciate internamente con resina epossicatramosa o epossidica, applicata a spruzzo (airless) o a pennello, con spessore a secco non inferiore a 300 micron.

I tubi dovranno essere fabbricati da ditta specializzata, in apposito stabilimento, adoperando idonee apparecchiature ed effettuando un continuo controllo degli impasti e dei prodotti. Ogni tubo dovrà portare indicazione della ditta costruttrice, della resistenza a rottura, del giorno di fabbricazione. La D. L. si riserva di effettuare una ricognizione presso lo stabilimento di produzione onde accertare i metodi di lavoro e le caratteristiche generali della produzione ordinaria del Fornitore, restando comunque inteso che ogni responsabilità in ordine alla rispondenza dei tubi alle presenti prescrizioni sarà esclusivamente a carico dell'Appaltatore.

L'esecuzione delle prove sarà affidata ad un Istituto specializzato; qualora tuttavia presso lo stabilimento di produzione esistano idonee apparecchiature, le prove potranno essere ivi eseguite, alla presenza del Direttore dei Lavori o del suo rappresentante.

Alla scelta dei tubi da sottoporre a prova si procederà di comune accordo tra il fornitore e la D. L.

I tubi possono essere prelevati dalla partita da fornirsi, sia in fabbrica che in cantiere.

Saranno prelevati per l'esame tubi che, nell'aspetto esterno ed alla percussione, corrispondano alla media della scorta o delle forniture. I costi delle prove sono a carico del fornitore per la prima serie relativa ad ogni lotto di almeno 200 pezzi.

Per l'ammissibilità dei certificati di prova gli elementi sottoposti a prova dovranno essere del numero di almeno sei per ogni tipo e dimensione della fornitura.

Prova di resistenza alla compressione del calcestruzzo: gli spezzoni cilindrici di tubo prefabbricato estratti per carotaggio con corona diamantata, aventi diametro uguale allo spessore del tubo e con le facce compresse spianate con mola al carborundum, dovranno dare un carico unitario di rottura non inferiore a 400 kg./cm<sup>2</sup>.

Prova di resistenza meccanica: la prova di rottura alla compressione con carico sulle generatrici superiore ed inferiore del tubo secondo quanto previsto dalle norme ANDIS deve dare i seguenti valori: Resistenza alla rottura (fessura larga mm.0,2)= kg./m.100 xDN(cm.). I tubi di cemento, sottoposti a rottura, dovranno presentare gli spessori della frattura in massa compatta e senza fessure; gli inerti di calcestruzzo (ghiaietto o pietrischetto) dovranno apparire intimamente mescolati con la malta, in modo che i grani, sotto l'azione del martello, dovranno rompersi senza distaccarsi dalla malta stessa.

Prova di assorbimento: la prova verrà eseguita secondo le norme ANDIS, l'incremento di peso del provino tra lo stato secco e quello subito dopo la bollitura, espresso in percentuale del peso allo stato secco, non deve superare l'8%.

Prova di impermeabilità sui tubi: i tubi in cemento armato si considerano impermeabili qualora lo specchio liquido di tubi riempiti d'acqua, nel tempo di osservazione dalle 8 alle 24 ore dal primo riempimento, si sia abbassato in media non più di due cm. per ogni metro di lunghezza del tubo (evaporazione inclusa). La comparsa di macchie di umidità e di singole gocce sulla superficie esterna del tubo non è determinante per il giudizio di impermeabilità. La prova di impermeabilità viene di norma eseguita su tubi interi secondo quanto previsto dalle Norme ANDIS.

### Geocompositi drenanti

Come strato di captazione delle acque meteoriche di infiltrazione e come strato di drenaggio dei gas può essere ammesso l'utilizzo di un geocomposito sintetico (composto da: geotessile PP, georete tridimensionale in PP o HDPE, geotessile PP), con trasmissività idraulica maggiore o uguale a quella di seguito indicata, atto a garantire l'equivalenza funzionale ad uno strato di ghiaia di spessore 50 cm ed una corretta funzionalità idraulica.

I geocompositi drenanti sono generalmente fabbricati racchiudendo una georete tra due geotessili.

La georete ha funzione drenante, ossia di trasportare il fluido lungo il proprio piano, mentre i geotessili hanno funzione filtrante, ossia di impedire l'intasamento dei pori nell'elemento drenante.

Il documento presente fornisce le specifiche tecniche per i geocompositi drenanti.

Il geocomposito drenante dovrà essere:

- resistente ad agenti chimici presenti nel corpo rifiuti;
- resistente alle sollecitazioni meccaniche;
- inattaccabile da microrganismi, insetti e roditori;
- resistente alle perforazioni di radici;
- imputrescibile;
- resistente all'invecchiamento;
- stabile ai raggi UV e agli agenti atmosferici in genere.

Inoltre, il geocomposito dovrà rispondere alle caratteristiche tecniche riportate nella successiva Tabella.

Il materiale dovrà avere la marcatura CE, in conformità alle norme UNI EN vigenti.

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

Caratteristiche	Norma	Unità di misura	Valori di riferimento
Spessore (a 20 kPa)	UNI EN ISO 9863	mm	≥ 6,00
Peso unitario del geocomposito	UNI EN ISO 9864	g/m <sup>2</sup>	≥ 620
Peso unitario dei geotessili (cad.)	UNI EN ISO 9864	g/m <sup>2</sup>	≥ 120
Resistenza a trazione a rottura	UNI EN ISO 10319	kN/m	≥ 14(L) ≥ 14(T)
Allungamento a rottura	UNI EN ISO 10319	%	≤ 50(L) ≤ 50(L)
Resistenza al punzonamento statico	UNI EN ISO 12236	kN	≥ 1,0
Resistenza al punzonamento dinamico	UNI EN ISO 13433	mm	≤ 15 mm
Portata idraulica al gradiente i=1,0 e pressione 20 kPa	UNI EN ISO 12958	l / (m s)	≥ 2,15
Portata idraulica al gradiente i=1,0 e pressione 200 kPa	UNI EN ISO 12958	l / (m s)	≥ 1,60
Portata idraulica al gradiente i=0,5 e pressione 20 kPa	UNI EN ISO 12958	l / (m s)	≥ 1,60
Portata idraulica al gradiente i=0,5 e pressione 200 kPa	UNI EN ISO 12958	l / (m s)	≥ 1,41
Diametro di filtrazione O <sub>90</sub>	ISO 12956	µm	≤ 140

Il geocomposito dovrà risultare marcato CE per le applicazioni tecniche previste dalle Norme EN 13249, EN 13250, EN 13251, EN 13252, EN 13253, EN 13254, EN 13255, EN 13257, EN 13265, essere costituito da una struttura reticolare tridimensionale in polipropilene (PP) o polietilene ad alta densità (HDPE), accoppiata industrialmente a due geotessili filtranti in polipropilene (PP).

I geotessili non tessuti filtranti saranno del tipo agugliato e termosaldato a filo continuo spunbonded, costituiti da fibre di bopolimero coestruso di polipropilene e polietilene; saranno trattati UV al fine di garantire un mantenimento delle loro caratteristiche nel tempo, e avranno funzione di filtrazione, separazione, protezione e drenaggio delle acque e dei gas.

La georete sarà costituita da un nucleo drenante tridimensionale lavorato termicamente in modo da conferirgli una configurazione particolarmente adatta a resistere alle pressioni di confinamento esercitate dal terreno di copertura (quindi del tipo "a V" o "box-net" o "a telaio" con maglie quadrangolari/ romboidali o di tipologia equivalente).

Al fine di ottimizzare i tempi di posa e ridurre gli sfridi si richiede che la larghezza dei rotoli forniti in cantiere sia non inferiore a 4,0 metri.

Il materiale dovrà essere prodotto e distribuito da aziende operanti secondo gli standard della certificazione ISO 9001; tale certificato dovrà essere sottoposto alla D.L. preventivamente alla fornitura.

#### Geotessili.

Il geotessile sarà costituito da 100% di polipropilene unito con metodi termici o meccanici, con esclusione di colle o di altri componenti chimici (estrusione del polimero e trasformazione in geotessile nello stesso impianto); dovrà essere preferibilmente a filo continuo, intendendo con ciò che il filamento ha lunghezza teoricamente illimitata, fino ad ottenere un telo ad elevatissima resistenza al danneggiamento, garantendo sia eccellenti proprietà idrauliche che elevatissime performance a lungo termine.

Il geotessile dovrà essere isotropo, atossico, imputrescibile, resistente agli agenti chimici presenti nei terreni nelle normali concentrazioni, inattaccabile da insetti, muffe e microorganismi, compatibile con la calce e il cemento.

Il geotessile fornito non dovrà avere superficie liscia, dovrà apparire uniforme, dovrà resistere agli agenti chimici con concentrazione di pH variabile tra 3 e 10 ed alle cementazioni naturali, dovrà essere imputrescibile ed atossico, dovrà risultare isotropo ed avere buone resistenze alle alte temperature.

Dovrà rispondere alle specifiche tecniche ed alle caratteristiche generali di cui alla presente scheda, preventivamente dichiarate dall'Impresa, riconosciute ed approvate dalla direzione dei lavori, in conformità a quanto successivamente indicato.

Il geotessile dovrà essere idoneo alle applicazioni tecniche previste dalla norma EN 13257, relativa ad applicazioni in impianti di discarica. Il fornitore dovrà quindi, sotto la sua responsabilità, fornire tutte le certificazioni necessarie

all'accettazione del geotessile, con riferimento alle prove caratterizzanti il prodotto e comunque fondamentali secondo i dettami delle norme citate. I certificati dovranno essere rilasciati da Istituti Certificati e di fiducia da parte della Committenza che si riserva, fin d'ora, di chiedere ulteriori certificazioni preventive all'accettazione del materiale.

Il materiale deve essere prodotto da aziende operanti secondo gli standard della certificazione ISO 9001; tale certificato dovrà essere sottoposto alla D.L. preventivamente alla fornitura. Ogni fornitura deve essere documentata da una dichiarazione di conformità redatta dal produttore secondo le modalità previste dalla norma UNI CEI EN ISO/IEC 17050, attestante la quantità, il tipo e le caratteristiche del materiale fornito, con preciso riferimento alla data ed alla località di consegna.

Il materiale dovrà essere opportunamente riconosciuto, campionato, certificato ed approvato dalla D.LL.

Il geotessile dovrà soddisfare le proprietà di seguito elencate e rispondere alle caratteristiche tecniche riportate nelle successive tabelle:

- resistente ad agenti chimici o termici presenti nel corpo rifiuti;
- compatibile chimicamente ai contaminanti acidi;
- inattaccabile da microrganismi, insetti e roditori;
- imputrescibile;
- molto resistente ai raggi ultravioletti;
- resistente all'invecchiamento;
- resistente alle sollecitazioni meccaniche;
- stabile agli agenti atmosferici in genere;
- realizzato con materiali chimicamente stabili

**Geotessile da 200 g/m<sup>2</sup>**

Caratteristiche (geotessile di grammatura minima)	Norma	Unità di misura	Valori di riferimento
Tipo di polimero	-	-	...
Massa areica	UNI EN 965	g/m <sup>2</sup>	200
Spessore (a 2 kPa)	UNI EN 964-1	mm	0,40
Resistenza a trazione	UNI EN ISO 10319	kN/m	> 14,5 (L) 14,5 (T)
Deformazione al carico massimo		%	> 80 (L) 80 (T)
Resistenza al punzonamento statico	UNI EN ISO 12236	kN	> 2,3
Permeabilità normale al piano	UNI EN ISO 11058	l*m <sup>2</sup> /s	< 150
Permeabilità nel piano (a 20KPa e i=1)	UNI EN ISO 12958	m <sup>2</sup> /s	< 17 x10 <sup>-6</sup>
Larghezza del rotolo	UNI EN ISO 10320	m	a richiesta
Lunghezza del rotolo		m	a richiesta

**Geotessile da 500 g/m<sup>2</sup>**

Caratteristiche (geotessile di grammatura minima)	Norma	Unità di misura	Valori di riferimento
Tipo di polimero	-	-	...
Massa areica	UNI EN 965	g/m <sup>2</sup>	500
Resistenza a trazione	UNI EN ISO 10319	kN/m	> 25 (L) 25 (T)
Deformazione al carico massimo		%	> 85 (L) 70 (T)
Resistenza al punzonamento statico	UNI EN ISO 12236	kN	> 5,0
Larghezza del rotolo	UNI EN ISO 10320	m	a richiesta
Lunghezza del rotolo		m	a richiesta

Il materiale dovrà essere qualificato prima dell'impiego mediante le seguenti prove:

Caratteristiche tecniche	Normativa
campionatura (per N deve intendersi il rotolo o la pezza)	UNI 8279/1

Caratteristiche tecniche	Normativa
peso (g/m <sup>2</sup> )	UNI 5114
spessore (mm)	UNI 8279/2
resistenza a trazione su striscia di 5 cm (N)	UNI EN 29073-3 UNI EN ISO 13934-1
allungamento (%)	UNI EN 29073-3 UNI EN ISO 13934-1
lacerazione (N)	UNI EN 29073-4
resistenza alla perforazione con il metodo della sfera (MPa)	UNI 8279/11
punzonamento (N)	UNI 8279/14
permeabilità radiale all'acqua (in cm/s)	UNI 8279/13
comportamento nei confronti di batteri e funghi	UNI 8986
diámetro di filtrazione (µm)	*

\* corrispondente a quello del 95% in peso degli elementi di terreno che hanno attraversato il geotessile, determinato mediante filtrazione idrodinamica.

#### Referenze del Produttore

L'Impresa deve fornire alla Direzione Lavori una documentazione contenente le certificazioni del Produttore, le specifiche tecniche del materiale, i risultati di eventuali controlli di qualità ed il certificato di prova di ciascun rotolo e sarà responsabile del prodotto approvvigionato. Tale documentazione insieme ad un campione del materiale verrà sottoposto alla Committente per accettazione.

#### Ispezioni e prove

L'Impresa deve consentire e fare in modo che la Direzione Lavori possa visitare ed ispezionare in qualsiasi momento la produzione dei geotessili. La Direzione Lavori si riserva il diritto di chiedere campioni del materiale tal quale allo scopo di provarli in proprio; ciò senza sollevare l'Impresa dalla responsabilità di campionare e provare secondo quanto prescritto in questa specifica.

#### Geomembrane in polietilene ad alta densità (HDPE)

Tutte le geomembrane da utilizzare dovranno essere costituite da polimero vergine (non rigenerato) di prima qualità e puro (non sono assolutamente ammessi copolimeri a bassa densità). Tali caratteristiche dovranno essere confermate da analisi spettrofotometriche all'infrarosso e da apposita certificazione di accreditamento della qualità del polimero e delle caratteristiche di invecchiamento, determinate con prove a trazione, da consegnare alla Direzione dei lavori prima della fornitura in cantiere del materiale.

La geomembrana dovrà essere prodotta da estrusore a testa piana e si dovrà presentare con superfici perfettamente piane, prive di saldature intermedie, bolle e/o abrasioni. I fogli dovranno essere forniti in bobine arrotolate su mandrino a perdere, legate con opportune regge protette e avvolte da telo in materiale sintetico a perdere.

Il materiale impiegato deve avere la marcatura CE, in conformità alle norme UNI EN vigenti; il Sistema Qualità del Produttore deve essere certificato a fronte delle norme UNI EN ISO 9001:2008 ed in particolare le caratteristiche fisico-meccaniche cui devono soddisfare i manti sono le seguenti:

Caratteristiche	Norma	Unità di misura	Valori di riferimento
Spessore	UNI EN ISO 2286-3	mm	≥ 1,50
Spessore dell'aderenza migliorata	ASTM D 7466	mm	≥ 0,80
Densità	UNI EN ISO 1183-1/A	g/cm <sup>3</sup>	≥ 0,940
Contenuto in nero fumo	ISO 6967 ASTM D 4218	%	2,0 ÷ 3,0
Dispersione del nero fumo	ISO 18553	%	≤ 3,0
Resistenza a trazione a rottura	UNI EN ISO 527	N/mm <sup>2</sup>	≥ 25 (L) ≥ 25 (T)
Allungamento a rottura	UNI EN ISO 527	%	≥ 700 (L) ≥ 700 (T)
Resistenza a trazione a snervamento	UNI EN ISO 527	N/mm <sup>2</sup>	≥ 15 (L) ≥ 15 (T)
Allungamento a snervamento	UNI EN ISO 527	%	≥ 10 (L) ≥ 10 (T)
Resistenza alla lacerazione	ISO 34-1	N/mm	≥ 140
Resistenza al punzonamento statico	UNI EN ISO 12236	kN	≥ 4,0
Permeabilità ai liquidi	UNI EN 14150	m <sup>3</sup> / (m <sup>2</sup> g)	≤ 2,00 x 10 <sup>-6</sup>
Permeabilità ai gas	ASTM D 1434	m <sup>3</sup> / (m <sup>2</sup> g)	≤ 2,00 x 10 <sup>-3</sup>
Assorbimento d'acqua in 24h e in 6 gg	UNI EN ISO 62	%	≤ 0,2 e 1,0

Per tutti gli altri limiti di accettazione indicati dalla norma UNI EN 13493 la D.L. potrà, in sede di preventiva qualificazione del materiale, richiedere dati, certificati, prove e test, anche in campo, al fine di valutare tutte le condizioni utili all'approvazione del materiale, con particolare riguardo alle verifiche già indicate.

#### Controlli di qualità in fabbrica

La geomembrana in HDPE deve essere priva di fori, rigonfiamenti, impurità o qualsiasi segno di contaminazione dovuto ad agenti esterni. Qualsiasi eventuale difetto deve essere riparato utilizzando la saldatura ad estrusione secondo quanto raccomandato dal Produttore, previo benestare della Direzione Lavori, altrimenti si deve procedere all'eliminazione della parte difettosa. Ogni rotolo deve essere etichettato sulla testa del tamburo di avvolgimento con indicazioni dello spessore, della lunghezza, della larghezza e del numero di serie ben visibile attribuito dal Produttore.

#### Componenti vergini

Tutti gli ingredienti che concorrono a formare il materiale della geomembrana devono essere campionati all'arrivo in fabbrica per assicurarne la rispondenza alle specifiche. Tale campionamento comprende un prelievo della parte alta ed uno della parte bassa da ogni contenitore. Vanno eseguite prove per determinare la densità e l'indice di fluidità; inoltre si deve effettuare un'ispezione visiva per individuare eventuali contaminanti.

#### Materiale in rotoli

Il prodotto viene campionato almeno due volte per ogni turno di lavoro. I campioni vanno prelevati anche se non possono essere immediatamente sottoposti a prova. Di norma il campionamento viene effettuato dal personale del Produttore, anche se in qualsiasi momento deve essere garantita alla Direzione Lavori la possibilità di prelevare campioni a proprio piacimento. I campioni prelevati del materiale in produzione devono essere sottoposti a prove per assicurare la rispondenza alle specifiche. Il laboratorio del Produttore deve fornire giornalmente un certificato di controllo qualità riferito alla produzione della giornata. Copia dei certificati devono essere inviati alla Direzione Lavori. Devono essere effettuate ispezioni visive del telo per controllare l'assenza di porosità, piccoli fori o altri difetti visibili.

#### Materiale di saldatura

Tutto il materiale di saldatura deve essere del tipo consigliato e fornito dal Produttore e deve essere recapitato in cantiere entro gli originali contenitori, chiusi ognuno con etichetta che riporti la marca, il numero di serie del Produttore, le modalità di conservazione ed immagazzinamento. La composizione del materiale estruso deve essere identica a quella della geomembrana.

#### Controlli in fase di scelta e qualificazione del materiale

L'Impresa deve fornire alla Direzione Lavori una documentazione contenente le certificazioni del Produttore, le specifiche tecniche del materiale, i risultati di eventuali controlli di qualità ed il certificato di prova di ciascun rotolo ed è l'unica e la sola responsabile del prodotto approvvigionato. Tale documentazione insieme ad un campione del materiale deve essere sottoposto alla Committente per accettazione, insieme ai documenti di gara.

L'impresa deve fornire alla Direzione Lavori una documentazione contenente i dettagli di proprie precedenti esperienze nella posa di geomembrane in HDPE insieme ai nominativi e "Curriculum Vitae" del personale qualificato che intende proporre per l'installazione dei teli. Tale personale deve essere autorizzato dal Produttore alla posa di detto prodotto, e deve impiegare le attrezzature ed i sistemi di saldatura normalmente utilizzate dal Produttore stesso.

Inoltre tutte le macchine saldatrici che verranno impiegate in cantiere devono essere dotate delle apposite certificazioni di conformità e di collaudo.

Ispezioni e prove

L'Impresa deve consentire e fare in modo che la Direzione Lavori possa visitare ed ispezionare in qualsiasi momento la produzione della geomembrana in HDPE. La Direzione Lavori si riserva il diritto di chiedere campioni del materiale tal quale allo scopo di provarli in proprio; ciò senza sollevare l'Impresa dalla responsabilità di campionare e provare secondo quanto prescritto in questa specifica.

Prima del suo utilizzo il materiale dovrà essere opportunamente riconosciuto, campionato, certificato ed approvato dalla D.L.

#### Geocompositi bentonitici (GCL)

Il geocomposito bentonitico dovrà garantire adeguate funzioni di impermeabilizzazione e dovrà essere marcato CE per le applicazioni tecniche previste dalle norme EN 13361, EN 13362, EN 13492, EN 13493. Di norma il geocomposito dovrà essere costituito da due geotessili in polipropilene di massa adeguata, tra cui deve essere racchiuso uno strato di bentonite sodica che a contatto con l'acqua dovrà rigonfiarsi per formare lo strato impermeabile. Le caratteristiche di produzione e di utilizzo dei geotessili devono essere tali da garantire la rispondenza del geocomposito ai requisiti prestazionali riportati nel presente capitolato o nella specifica voce dell'elenco descrittivo delle lavorazioni e forniture.

La bentonite dovrà avere caratteristiche minime tali da rispettare un valore dell'indice di rigonfiamento di 24 ml/2g (norma ASTM D 5890) ed una perdita di umidità di 18 ml (norma ASTM D 5891).

Il geocomposito dovrà avere massa superficiale totale, con contenuto di umidità della bentonite valutato pari al 12%, e spessore tali da garantire una permeabilità non maggiore di  $5 \times 10^{-11}$  m/s (norma ASTM D 5084). Il geocomposito dovrà, inoltre, garantire una resistenza a trazione in direzione longitudinale (MD) non inferiore a 8,5 kN/m (norma EN ISO 10319), con un allungamento non superiore al 70 % (norma EN ISO 10319), ed una resistenza al peeling in direzione longitudinale non inferiore a 65 N/10 cm (norma ASTM D 6496).

Il materiale dovrà essere marcato CE e prodotto da aziende operanti secondo gli standard della certificazione ISO 9001:2008; tale certificato dovrà essere sottoposto alla Direzione dei lavori preventivamente alla fornitura. Ogni fornitura dovrà essere documentata da una dichiarazione di conformità redatta dal produttore secondo le modalità previste dalla normativa CE vigente.

#### Geogriglia di rinforzo

La geogriglia per rinforzo di sottofondi e terre rinforzate dovrà essere costituita da poliestere, polietilene ad alta densità o polipropilene, essere idonea alla realizzazione di struttura in terra rinforzata, ed avere caratteristiche di resistenza a trazione non inferiori a 100 kN/m.

Il materiale dovrà essere reso in cantiere in bobine ed essere posato con tutti gli accorgimenti per garantirne la funzionalità secondo gli elaborati grafici di progetto.

Compresi sovrapposizioni e sfridi e oneri per ancoraggio delle geogriglie e durante le pause di cantiere, ogni onere e mezzo per dare l'opera compiuta e funzionale a regola d'arte.

La geogriglia di rinforzo prevista dovrà presentare le seguenti caratteristiche prestazionali:

- resistenza a trazione non inferiore a 100 kN/m nella direzione longitudinale e non inferiore a 30 kN/m nella direzione trasversale, valori determinati in accordo alla Norma EN ISO 10319;
- resistenza alla deformabilità ammissibile, stimata al 2 e al 5% di allungamento medio della geogriglia, non inferiore rispettivamente a 30 kN/m e 60 kN/m, valori medi determinati in conformità alla Norma EN ISO 10319;
- valore dell'allungamento medio a rottura non superiore al 13%, determinato in accordo alla Norma EN ISO 10319.

#### Geocomposito di rinforzo (geostuoia grimpante)

Al fine di evitare lo scivolamento del terreno vegetale di copertura sulla geomembrana impermeabilizzante, si ricorrerà, limitatamente alle scarpate, alla posa in opera di un geocomposito ottenuto da una geostuoia grimpante antiersiva accoppiata ad una geogriglia di rinforzo.

La geogriglia dovrà comporsi di una maglia in poliestere (PET) ad alta tenacità, biorientata a struttura regolare, tessuta con trama e ordito; dovrà essere stabilizzata ai raggi UV con un rivestimento protettivo, anche di tipo

polimerico; dovrà inoltre garantire un'ottima resistenza al danneggiamento e all'esposizione ad agenti chimici e biologici.

La geogriglia dovrà nello specifico essere costituita da una struttura piana monolitica con una distribuzione regolare di aperture circa rettangolari che individuano fili longitudinali e trasversali; le giunzioni tra i due ordini di fili dovranno essere parte integrante della struttura della geogriglia e non dovranno essere ottenute per intreccio o saldatura dei singoli fili; inoltre dovranno possedere elevate resistenze e moduli elastici a trazione, nonché notevole resistenza per garantire la capacità di assorbimento delle forze e di confinamento del terreno. La geogriglia dovrà essere protetta mediante un rivestimento in materiale polimerico.

La geostuoia dovrà comporsi di filamenti di poliammide/polipropilene (PP), dotati di struttura tale da conferire un incremento delle prestazioni di aderenza e tridimensionalità.

La geostuoia dovrà essere saldamente accoppiata alla geogriglia mediante cucitura meccanica o termosaldatura in modo da formare un' unica struttura tridimensionale e rinforzata

Il geocomposito dovrà rispondere alle specifiche tecniche ed alle caratteristiche generali di cui alla presente voce ed a quelle, di volta in volta indicate nei successivi articoli, preventivamente dichiarate dall'Impresa, riconosciute ed approvate dalla direzione dei lavori, in conformità a quanto successivamente indicato.

Il geocomposito dovrà essere idoneo alle applicazioni tecniche previste dalle Norme EN 13253, EN 13254, EN 13255, EN 13257, EN 13265, con idonea marcatura CE; di particolare rilievo è la marcatura riferita alla norma EN 13257, relativa ad applicazioni in impianti di discarica. Il fornitore dovrà quindi, sotto la sua responsabilità, fornire tutte le certificazioni necessarie all'accettazione del geocomposito, con riferimento alle prove caratterizzanti il prodotto e comunque fondamentali secondo i dettami delle norme citate. I certificati dovranno essere rilasciati da Istituti Certificati e di fiducia da parte della Committenza che si riserva, fin d'ora, di chiedere ulteriori certificazioni preventive all'accettazione del materiale.

Il materiale deve essere prodotto da aziende operanti secondo gli standard della certificazione ISO 9001; tale certificato dovrà essere sottoposto alla D.L. preventivamente alla fornitura. Ogni fornitura deve essere documentata da una dichiarazione di conformità redatta dal produttore secondo le modalità previste dalla norma UNI CEI EN ISO/IEC 17050, attestante la quantità, il tipo e le caratteristiche del materiale fornito, con preciso riferimento alla data ed alla località di consegna.

Il materiale dovrà essere opportunamente riconosciuto, campionato, certificato ed approvato dalla D.LL., e, dal momento che sarà incorporato permanentemente in opere oggetto di altro appalto, dovrà rispettare le condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione ed il Regolamento (UE) 305/2011.

Al fine di ridurre giunzioni e sfridi, dovrà essere reso in cantiere in rotoli di larghezza non inferiore a 2,20 m.

Nel prezzo sono compresi fornitura del materiale franco cantiere, scarico, certificazioni, campionamenti e prove di accettazione, verifica del dimensionamento dell'ancoraggio del geocomposito e verifica di stabilità del pacchetto di copertura di cui il geocomposito fa parte.

Il geocomposito dovrà rispondere alle prestazioni richieste riguardo alle seguenti caratteristiche tecniche:

Caratteristiche	Norma	Unità di misura
Spessore (a 20 kPa)	UNI EN ISO 9863	mm
Peso unitario del geocomposito	UNI EN ISO 9864	g/m <sup>2</sup>
Resistenza a trazione longitudinale a rottura	UNI EN ISO 10319	kN/m
Resistenza a trazione trasversale a rottura	UNI EN ISO 10319	kN/m
Allungamento a rottura nella direzione longitudinale	UNI EN ISO 10319	%
Allungamento a rottura nella direzione trasversale	UNI EN ISO 10319	%

Prestazioni minime:

- Rugosità superficiale > 0.8mm;
- Massa aerica (EN ISO 9864) ≥ 520 g/m<sup>2</sup>
- Punto di fusione (ISO 306) ≥ 150 °C
- Densità (ISO 1183) ≥ 900 g/m<sup>3</sup>
- Resistenza a trazione longitudinale (EN ISO 10319) > 80 KN/m
- Resistenza a trazione trasversale (EN ISO 10319) > 20 KN/m

Il sistema di rinforzo delle scarpate laterali viene ancorato ad apposita trincea, comune alle geomembrane impermeabilizzanti in HDPE.

Gli scavi per la realizzazione della trincea di ancoraggio devono essere a sezione obbligata, eseguiti nelle posizioni e con le geometrie previste dagli elaborati progettuali.

In particolare le pareti devono essere ben profilate, prestando attenzione alle sagome richieste ed avendo molta cura di eliminare elementi grossolani sporgenti che possono danneggiare gli strati soprastanti, una volta posati.

L'Impresa deve provvedere, a sua cura e spese, al riempimento con materiali adatti, dei vani rimasti, ed ai necessari costipamenti sino al primitivo piano del terreno, previa approvazione della Direzione Lavori.

### Segnaletica

Tutti i segnali devono essere rigorosamente conformi a tipi e dimensioni prescritti dal regolamento di esecuzione dei vari codici e del Codice della Strada approvato con D.P.R. 30.06.1959, n. 420 e s.m.i. ed a quanto richiesto dalle relative circolari del Ministero LL.PP. successive (quali, ad esempio, D.P.R. 16.12.1992 n. 495) e vigenti all'atto della costruzione.

### Conduttori.

- a) Fili e corde per le linee aeree e nude saranno in rame elettrolitico semicrudo, di sezione adeguata alle esigenze elettriche e con carico di rottura non inferiore a 38 kg/mm<sup>2</sup>.
- b) Cavi isolati per la posa aerea e sotterranea saranno in rame elettrolitico ricotto stagnato, isolati in gomma e protetti in polipropilene con grado di isolamento non inferiore a 3, unipolari, bipolari, tripolari e quadripolari denominazione in mm<sup>2</sup> per i fili, come per le corde.

### Sostegni

Pali in acciaio tubolare rastremati tipo "Dalmine" delle dimensioni e caratteristiche indicate, dovranno essere in acciaio con carico di rottura di 60 kg/mm<sup>2</sup>, non dovranno presentare sfogliature ed anomalie, saranno internamente bitumati, ed esternamente protetti con due mani di antiruggine e due di vernice del colore da stabilire dalla D.L. oppure opportunamente zincati a caldo internamente ed esternamente.

### Lampade e reattori

Le lampade dovranno avere le caratteristiche richieste, essere delle migliori marche con accensione anche a basse temperature. Il flusso luminoso emesso non dovrà mai essere inferiore ai valori sotto indicati:

- lampade fluorescenti:	20W	lumen	1200
	40W	lumen	3000
- per lampade a bulbo fluorescente	80W	lumen	3100
a ioduri metallici:	124 W	lumen	5400
	250 W	lumen	11500
	5400 W	lumen	20500

I reattori dovranno rispettare le caratteristiche richieste ed essere delle migliori marche a giudizio insindacabile della D.L. Le massime perdite di potenza dei reattori non dovranno superare, in ogni caso, quelle indicate dalle tabelle sotto segnate:

- per lampade fluorescenti:	20W	perdita	11W a 220V
	40W	perdita	12W a 220V
- per lampade a bulbo fluorescente:	80W	perdita	10W a 220V
	125W	perdita	11W a 220V
	250W	perdita	16W a 220V
	400W	perdita	19W a 220V

## **18. TRACCIAMENTI**

L'Impresa eseguirà tutte le operazioni di tracciamento e livellazione e assumerà la completa responsabilità della esecuzione, secondo i disegni che la Direzione dei Lavori le consegnerà. L'Impresa resta inoltre responsabile della conservazione dei capisaldi di livellazione e dei picchetti che le saranno eventualmente affidati, sia prima, sia durante le esecuzioni dei lavori, fino al collaudo. I lavori dovranno essere sospesi, senza diritto a compenso, se la Direzione dei Lavori ritenga necessario effettuare verifiche.

L'Impresa non potrà richiedere a suo discarico le eventuali verifiche che fossero state eseguite dalla Direzione dei Lavori su opere erroneamente tracciate e resta in ogni caso obbligata alla esecuzione, a sue spese, di quanto la Direzione dei Lavori stessa riterrà di ordinare per la necessaria correzione, fino alla totale demolizione e ricostruzione delle opere stesse.

Prima di porre mano ai lavori, l'Impresa è obbligata ad eseguire la completa picchettazione del lavoro, in modo che risultino indicati i limiti degli scavi, dei riporti, dei rilevati, di tutti i manufatti ed i prefabbricati forniti e posti in opera. Qualora ai lavori in terra siano connesse opere murarie, l'Impresa dovrà procedere al tracciamento di esse, pure con l'obbligo della conservazione dei picchetti, come per i lavori in terra.

L'Appaltatore sarà ritenuto il solo ed unico responsabile dei vari tracciamenti delle opere oggetto dell'appalto.

Non è previsto un compenso specifico per i tracciamenti, in quanto l'onere dei tracciamenti, picchettamenti e misurazioni è compreso nei prezzi di Elenco di ogni singola opera.

## **19. SCAVI IN GENERE**

Gli scavi in genere per qualsiasi lavoro, a mano o con mezzi meccanici, dovranno essere eseguiti secondo i disegni di progetto e la relazione geologica e geotecnica allegate al progetto, nonché secondo le particolari prescrizioni che saranno date all'atto esecutivo dalla Direzione dei lavori.

Nell'esecuzione degli scavi in genere l'Appaltatore dovrà procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti, restando esso, oltretutto totalmente responsabile di eventuali danni alle persone ed alle opere, altresì obbligato a provvedere a suo carico e spese alla rimozione delle materie franate.

L'Appaltatore dovrà, inoltre, provvedere a sue spese affinché le acque scorrenti alla superficie del terreno siano deviate in modo che non abbiano a riversarsi nei cavi.

Le materie provenienti dagli scavi, ove non siano utilizzabili o non ritenute adatte (a giudizio insindacabile della Direzione dei lavori) ad altro impiego nei lavori, dovranno essere portate fuori della sede del cantiere, alle pubbliche discariche ovvero su aree che l'Appaltatore dovrà provvedere a rendere disponibili a sua cura e spese.

Qualora le materie provenienti dagli scavi debbano essere successivamente utilizzate, esse dovranno essere depositate nell'area di cantiere, previo assenso della Direzione dei lavori, per essere poi riprese a tempo opportuno. In ogni caso le materie depositate non dovranno essere di danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private ed al libero deflusso delle acque scorrenti in superficie.

La Direzione dei lavori potrà fare asportare, a spese dell'Appaltatore, le materie depositate in contravvenzione alle precedenti disposizioni.

## **20. SCAVI DI SPLATEAMENTO/SBANCAMENTO**

Per scavi di sbancamento o tagli a sezione aperta si intendono quelli praticati al disopra del piano, orizzontale o sagomato a seconda delle indicazioni progettuali, passante per il punto più depresso del terreno naturale o per il punto più depresso delle trincee o splateamenti realizzati con piste e dimensioni tali da consentire il transito simultaneo di almeno due automezzi per la movimentazione delle terre.

Qualora lo scavo debba essere eseguito per la formazione di un vaso di scarica il punto più depresso è quello dove arrivano, per gravità, le acque ruscellanti o di percolazione.

Appartengono alla categoria degli scavi di sbancamento così generalmente definiti tutti i cosiddetti scavi di splateamento e quelli per allargamento di trincee, tagli di scarpate, realizzazione di invasi per costruzione di discarica, esecuzione di scavi per l'impostazione di successivi rilevati per costruirvi opere di sostegno e strutture arginali, scavi per incassatura di opere d'arte, ed inoltre gli scavi per la formazione del cassonetto stradale e lo scavo delle cunette e dei fossi di guardia.

In generale si può affermare che ricadono in questa categoria tutti gli scavi eseguiti a sezione aperta su vasta superficie.

Delle difficoltà ed oneri che possano richiedersi per eseguire taluni degli scavi di sbancamento suddetti (puntellature di pareti frontali e laterali, ecc.) si dovrà tener conto unicamente in sede di determinazione dei prezzi, attenendosi alle indicazioni formulate nella descrizione della categoria dei lavori da eseguire, stabilendo prezzi diversi a seconda delle diverse destinazioni.

## **21. SCAVI E REINTERRI - MODALITÀ ESECUTIVE**

Gli scavi dovranno essere eseguiti secondo le sezioni previste nell'allegato elaborato grafico e secondo le ulteriori disposizioni che verranno impartite dalla Direzione Lavori, che le potrà modificare in corso d'opera secondo quanto riterrà più opportuno senza che l'appaltatore possa pretendere compensi di sorta oltre il prezzo di elenco. I tracciati degli scavi saranno eseguiti in accordo con la Direzione Lavori previo accertamento, a cura e spese dell'impresa, dei servizi interrati esistenti.

Gli scavi dovranno di norma essere eseguiti a pareti verticali e l'Appaltatore dovrà, occorrendo, sostenerli con convenienti armature e sbadacchiature, restando a suo carico ogni danno a persone e cose provocato da frammenti e simili. Gli scavi potranno anche venire eseguiti con gradualità allargamenti in sommità, ove l'Appaltatore lo ritenesse di sua convenienza. In questo caso però non verrà compensato il maggiore scavo, oltre quello strettamente necessario all'esecuzione dell'opera e l'Appaltatore dovrà provvedere, a sua cura e spese, al riempimento con materiale adattato, dei vuoti rimasti intorno alla trincea.

Nel caso di rotture o danneggiamenti di condutture, anche in difetto di tale preventivo accertamento, l'impresa sarà responsabile dei danni diretti ed indiretti, civili e penali, che ne dovessero derivare.

Nelle operazioni di tombamento si dovrà porre la massima cura al fine di evitare che vi siano pietre, sassi o altri corpi contundenti a contatto con le tubazioni posate.

Le materie provenienti dagli scavi che non fossero utilizzabili, o che a giudizio della D.L. non fossero ritenute idonee per il riporto, dovranno essere portate a rifiuto alle pubbliche discariche o su aree che l'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese, evitando, in questo caso, che le materie depositate arrechino danno ai lavori od alle proprietà, provochino frane od ostacolino il libero deflusso delle acque.

Qualora le materie provenienti dagli scavi dovessero essere utilizzate in tempo differito per i riempimenti, esse saranno depositate nei pressi dei cavi, o nell'ambito del cantiere ed in ogni caso in luogo tale che non possano riuscire di danno o provocare intralci al traffico.

L'Appaltatore dovrà provvedere ad evitare il riversamento negli scavi di acque provenienti dall'esterno, restando a suo carico l'allontanamento o la derivazione delle stesse o, in subordine, la spesa per i necessari aggettamenti.

Sono considerati scavi all'asciutto tutti quelli eseguiti anche in presenza di acque sorgive, purchè, dopo il completo prosciugamento, il cavo possa essere mantenuto a gravità con l'apertura di brevi canali fuggitori o con la costituzione di piccole ture o procedimenti analoghi, nonchè quelli in cui il livello statico della falda si mantiene minore o uguale a 30 cm sul fondo dello scavo.

L'indagine per l'ubicazione delle zone con presenza di acque stagnanti o di falda prossime alla superficie, nonché le eventuali escursioni stagionali, dovrà essere effettuata per tratti prima dell'inizio dei lavori. Su ciascun tratto si procederà all'esecuzione di assaggi, per programmare gli interventi per il prosciugamento e le attrezzature più idonee da impiegare.

L'impiego degli impianti well-point dovrà essere preventivamente autorizzato dalla Direzione Lavori tratto per tratto, al fine del riconoscimento del relativo compenso.

#### **Scavi in campagna.**

Gli scavi dovranno essere eseguiti nelle posizioni stabilite dalla Direzione Lavori in accordo con i proprietari; le sezioni saranno quelle stabilite dalla Direzione Lavori tramite appositi ordini di lavoro o mediante ordini verbali.

Per l'effettuazione degli scavi, l'Appaltatore sarà tenuto a curare, a proprie spese, l'estirpamento di piante, cespugli, arbusti e relative radici.

Il terreno di riporto dello scavo dovrà essere accumulato al lato dello stesso depositandolo ad una distanza tale che non costituisca pericolo per frane o smottamenti.

L'impresa dovrà inoltre provvedere a sue spese affinché le acque defluenti alla superficie del terreno siano deviate in modo che non abbiano a riversarsi negli scavi, e comunque prima della posa dei tubi provvederà al prosciugamento degli scavi eseguiti in presenza di acqua senza che possa per ciò pretendere alcun compenso supplementare.

Il fondo dello scavo dovrà essere piano e libero da prominente di qualsiasi specie e da detriti in modo che la tubazione risulti appoggiata per tutta la sua lunghezza.

Nell'esecuzione dello scavo l'appaltatore dovrà procedere in modo da evitare smottamenti e franamenti, provvedendo anche, se necessario, al puntellamento ed alla armatura degli scavi, specie in terreni non compatti, con onere compreso nel prezzo corrisposto per lo scavo.

Il committente si assume l'onere delle imposizioni di servitù e delle occupazioni temporanee, tenendo a proprio carico il risarcimento dei frutti pendenti nella seguente misura:

per posa condotte acqua e fognatura con diametro esterno superiore a 160 mm: fascia di terreno avente larghezza totale di 4 m;

per posa condotte acqua e fognatura con diametro esterno inferiore o pari a 160 mm: fascia di terreno avente larghezza totale di 2 m;

Potrà essere autorizzata una fascia di larghezza superiore, comunque non oltre 8 m, quando ciò sia espressamente motivato dall'impresa e accettato preventivamente dalla Direzione Lavori.

Prima della posa della condotta dovrà essere posato uno strato di almeno 10 cm di terreno sciolto (se necessario vagliato) e/o sabbia ben compattata per la formazione del letto di posa a seconda delle indicazioni che proverranno dalla D.L..

Successivamente alla posa della tubazione si procederà al riporto che dovrà essere eseguito utilizzando, a discrezione della Direzione Lavori, il terreno naturale passato al vaglio oppure sabbia fino all'altezza di 15 cm dalla

generatrice superiore del tubo posato; tale strato dovrà essere compattato con mezzi idonei fino ad ottenere il perfetto rinfiamento della tubazione.

Il reinterro totale dello scavo avverrà con il terreno di riporto, avendo cura di eseguire un adeguato costipamento. Dovranno essere sistemati dall'appaltatore, a proprie spese, gli eventuali avvallamenti del terreno dovuti all'assestamento dello stesso che dovessero verificarsi fino all'avvenuto collaudo delle opere.

#### **Scavi sotto fossi esistenti.**

Nel caso di posa di tratti di condotta sotto il profilo di scorrimento di fossi di scolo esistenti, l'Appaltatore, qualora lo ritenga di sua convenienza, potrà eseguire i lavori di scavo appoggiando l'escavatore sui fianchi del fossato, ponendolo a cavallo dello stesso. In tale evenienza, comunque, i relativi eventuali oneri per il sostegno dell'escavatore sullo scavo si intendono già compresi e remunerati dai corrispondenti prezzi riportati nell'allegato elenco. A posa della condotta effettuata, dopo la compattazione del terreno, il fosso dovrà essere risagomato secondo le pendenze originarie.

In questa tipologia di lavorazioni, inoltre, la larghezza della fascia a disposizione dell'impresa sarà di norma quella sopra evidenziata, ma non potrà mai essere superiore alla distanza dalle eventuali recinzioni esistenti.

#### **Scavi su sede stradale.**

Gli scavi dovranno essere eseguiti nelle larghezze e profondità stabilite a priori dalla Direzione Lavori tramite ordini di lavoro o ordini verbali, salvo modifiche che la stazione appaltante potrà ordinare in corso d'opera senza che l'appaltatore possa pretendere alcun compenso diverso da quello previsto nell'elenco descrittivo delle lavorazioni e forniture.

Nell'esecuzione degli scavi l'impresa dovrà procedere in modo da evitare smottamenti e franamenti, provvedendo se necessario, al puntellamento ed alla armatura degli scavi, con onere compreso nel prezzo corrisposto per lo scavo. L'impresa resta responsabile di eventuali danni alle opere causati da smottamenti o deformazioni dello scavo e si obbliga a provvedere, con spese a suo carico, alla rimozione del materiale franato.

Sulle strade provviste di tappeto bituminoso, la demolizione del manto stradale, salvo ordine contrario della Direzione Lavori, dovrà essere preceduta dal taglio del conglomerato bituminoso, da effettuarsi con disco tagliasfalto, su ambo i lati dello scavo, fino ad una profondità sufficiente ad evitare il sollevamento del medesimo oltre i bordi dello scavo. L'utilizzo di altra idonea attrezzatura dovrà essere esplicitamente autorizzato dalla D.L., anche in relazione alle prescrizioni dettate dagli enti proprietari delle strade.

Se il bordo dell'asfalto a lato dello scavo, nonostante il taglio, dovesse sollevarsi, il ripristino del medesimo dovrà essere effettuato a cura e spese dell'appaltatore. Di norma il taglio verrà eseguito ad una distanza di 10 cm dal bordo dello scavo salvo diverso ordine impartito dalla Direzione Lavori. E' fatto obbligo di rifilare i bordi dello scavo prima dell'esecuzione del ripristino della pavimentazione.

I materiali inerti provenienti dallo scavo potranno essere mantenuti sui bordi dello scavo, previa autorizzazione da parte della Direzione Lavori, ad una distanza non inferiore a 0,50 m, previa separazione dal terriccio, per il successivo reinterro, ovvero, a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, essere portati a rifiuto.

Il fondo dello scavo dovrà risultare piano e libero da prominente di qualsiasi specie e da detriti.

Sono a carico dell'impresa lo spostamento o all'occorrenza la demolizione e il rifacimento dei piccoli fognoli, scarichi, manufatti o altre canalizzazioni, marciapiedi, muri perimetrali o interni incontrati nello scavo, qualora siano di ostacolo alla regolare posa delle tubazioni, dei pozzetti o nicchie per l'alloggiamento dei contatori, dei tubi di ritorno privati ecc. nell'intesa che il compenso per detti lavori è compreso nel prezzo degli scavi con l'esclusione di manufatti aventi ciascuno un volume superiore a 0,50 m<sup>3</sup>, che verranno pagati con prezzo a parte.

Sono a carico dell'impresa i sovrappassi ed i sottopassi a qualsiasi profondità ed in qualsiasi condizione di linee elettriche e telefoniche, tubazioni varie e cunicoli.

L'appaltatore si dovrà interessare presso gli enti pubblici e presso i privati dell'esatta ubicazione di ogni ostacolo e, qualora necessario, richiederà disegni e farà scavi di assaggio per la individuazione degli stessi.

Prima della posa delle tubazioni dovrà essere costituito un letto di posa di spessore pari a circa 10 cm, utilizzando sabbia ben costipata.

Successivamente alla posa del tubo si procederà al definitivo reinterro formando strati di sabbia ben costipata e compattata con idonei mezzi per un'altezza, di norma, superiore a 15 cm al di sopra della generatrice superiore della condotta posata, ma che potrà anche essere superiore a discrezione della D.L., anche in relazione alle prescrizioni dettate dagli enti proprietari delle strade.

Gli strati successivi saranno formati utilizzando misto granulare semplice, composto di inerti aventi forma poliedrica a spigoli vivi, con granulometria dosata secondo la curva del tipo "B" definita dalla norma C.N.R. UNI 10006 (vagliatura 0÷30 mm).

La posa degli stessi sarà effettuata a piccoli strati bagnati a rifiuto e battuti con mazzeranga o altri mezzi idonei, fino ad ottenere un piano viabile che garantisca la regolarità del traffico veicolare.

Ad una profondità non inferiore a 20 cm dalla quota della strada, saranno posate una o più strisce segnaletiche in alluminio plastificato a seconda dei servizi posati.

---

Dette strisce segnaletiche dovranno essere posate e ricoperte solamente entro strati di sabbia.

## **22. SCAVI DI FONDAZIONE OPPURE IN TRINCEA**

Per scavi di fondazione in generale si intendono quelli ricadenti al di sotto del piano orizzontale di cui all'articolo precedente, chiusi fra le pareti verticali riproducenti il perimetro delle fondazioni o dell'involucro esterno delle opere d'arte. Qualunque sia la natura e la qualità del terreno, gli scavi per fondazione dovranno essere spinti fino alla profondità che dalla Direzione dei lavori verrà ordinata all'atto della loro esecuzione.

Le profondità che si trovino indicate nei disegni di consegna sono perciò di semplice avviso e l'Amministrazione appaltante si riserva piena facoltà di variarle nella misura che reputerà più conveniente, senza che ciò possa dare all'Impresa motivo alcuno di fare eccezioni o domande di speciali compensi, avendo essa soltanto diritto al pagamento del lavoro eseguito, coi prezzi contrattuali stabiliti per le varie profondità da raggiungere.

E' vietato all'Impresa, sotto pena di demolire il già fatto, di porre mano alle murature prima che la Direzione dei lavori abbia verificato ed accettato i piani delle fondazioni.

I piani di fondazione dovranno essere generalmente orizzontali, ma per quelle opere che cadono sopra a falde inclinate potranno, a richiesta della Direzione dei lavori, essere disposti a gradini ed anche con determinate contropendenze.

Gli scavi di fondazione dovranno di norma essere eseguiti a pareti verticali e l'Impresa dovrà, occorrendo, sostenerle con conveniente armatura e sbadacchiature, restando a suo carico ogni danno alle cose ed alle persone che potesse verificarsi per smottamenti o franamenti dei cavi. Questi potranno però, ove ragioni speciali non lo vietino, essere eseguiti con pareti a scarpata. In questo caso non sarà compensato il maggiore scavo eseguito, oltre quello strettamente occorrente per la fondazione dell'opera, e l'Impresa dovrà provvedere a sue cure e spese al successivo riempimento del vuoto rimasto intorno alle murature di fondazione dell'opera, con materiale adatto, ed al necessario costipamento di quest'ultimo.

Analogamente dovrà procedere l'Impresa senza ulteriore compenso a riempire i vuoti che restassero attorno alle murature stesse, pure essendosi eseguiti scavi a pareti verticali, in conseguenza dell'esecuzione delle murature con riseghe in fondazione.

Per aumentare la superficie d'appoggio la Direzione dei lavori potrà ordinare per il tratto terminale di fondazione per un'altezza sino ad un metro, che lo scavo sia allargato mediante scampanatura, restando fermo quanto sopra è detto circa l'obbligo dell'Impresa, ove occorra, di armare convenientemente durante i lavori la parete verticale sovrastante.

## **23. ARMATURA DELLE PARETI DI SCAVO**

Quando le caratteristiche litologiche dei terreni siano tali da non consentire i lavori delle maestranze entro lo scavo in totale sicurezza, e in genere per profondità superiori a m. 1.50, per il contenimento delle pareti dovranno essere utilizzati idonei sistemi di protezione.

L'impiego di semplici puntelli collocati a qualsiasi interasse non potrà essere considerata come armatura idonea al contenimento degli scavi di profondità superiore a 1,50 metri.

### **Cassoni chiusi autoaffondanti.**

L'attrezzatura dovrà essere progettata per spinte del terreno fino a 4000 N/m<sup>2</sup>, e garantire scavi fino a 5,0 ÷ 6,0 metri.

Il sistema impiegato dall'Appaltatore dovrà essere preventivamente approvato dalla Direzione Lavori, e sarà costituito da due pannelli con guide interne per il posizionamento dei vitoni di contrasto ad altezza variabile. Il profilo inferiore a lama, dei pannelli a coltello dovrà permettere l'affondamento, sia per l'inserimento che per l'estrazione del modulo completo.

I bracci di contrasto dovranno essere regolabili, permettendo dimensioni dello scavo adeguate al passaggio delle condutture e, nel caso di posa di manufatti prefabbricati di dimensioni notevoli o gettati in opera, dovranno consentire l'inserimento di prolunghie flangiate tali da consentire il raggiungimento di larghezze idonee.

Le fasi di messa in opera, al fine di garantire la totale sicurezza lavorativa, sono le seguenti:

premontare il cassone della larghezza voluta, eseguire uno prescavo della lunghezza di un pannello della profondità di circa un metro, e ivi piazzare il modulo completo;

completare l'inserimento del cassone man mano che si procede nello scavo, agendo con la benna dell'escavatore alternativamente sull'estremità dei pannelli;

eseguire la livelletta di posa delle condutture e il rinfiacco delle stesse;  
terminare i lavori eseguendo il reinterro dello scavo parallelamente al recupero del cassone.

In tutte le fasi di lavoro dovranno essere prese tutte le precauzioni necessarie per segregare l'area di scavo e garantire l'operabilità dell'escavatore con parapetti e transenne.

#### **Palancole metalliche**

Le paratie per il sostegno di terre o per opere provvisorie sub-alveo potranno essere realizzate in palancole metalliche.

Per tali opere sarà onere dell'appaltatore, in quanto già compreso nei prezzi di elenco, la predisposizione del progetto esecutivo per la realizzazione di idonea struttura di contenimento e di puntellamento della paratia, firmata da ingegnere iscritto all'albo, da sottoporre in visione alla Direzione Lavori.

Viene pertanto richiamato integralmente il D.M. Min. LL.PP. 11/03/1988 e la Circ. Min LL.PP. 4/09/1988 n°30483.

L'esame del progetto da parte della Direzione Lavori non esonera dalle responsabilità derivanti per legge l'Appaltatore, che rimane unico e completo responsabile degli inconvenienti di qualsiasi, importanza e conseguenza che avessero a verificarsi.

Di norma dovranno essere utilizzate palancole di tipo Larssen, Hoesch, Krupp in acciaio, infisse mediante vibro-affondatore o battipalancole ad aria compressa, ed estratte ancora con vibro-affondatore o estrattore ad aria compressa.

In linea di massima, in presenza di terreni incoerenti, di falde acquifere in pressione, di limi sabbiosi si farà ricorso all'impiego di pali infissi allo scopo di provocare un costipamento ed un aumento di densità del terreno circostante; ove invece dovessero raggiungersi strati profondi di roccia o terreno compatto si farà ricorso all'impiego di pali trivellati.

Il tipo di palancole o di pali di fondazione da utilizzare, il loro numero e la lunghezza saranno fissati dalla Direzione Lavori, sulla base dei dati geologici di progetto e di quelli che fornirà l'appaltatore a seguito di indagini ulteriori che lo stesso è tenuto ad effettuare.

## **24. PROSCIUGAMENTO DEL TERRENO MEDIANTE WELL-POINT**

L'impiego degli impianti well-point deve essere preventivamente autorizzato dalla Direzione Lavori tratto per tratto, secondo quanto prescritto del presente Capitolato.

L'autorizzazione verrà concessa nei casi in cui se ne dimostri l'effettiva necessità, e comunque resta all'Appaltatore l'onere di predisporre il progetto esecutivo dell'impianto da sottoporre all'approvazione della Direzione Lavori.

Il sistema well-point può essere impiegato vantaggiosamente su qualunque terreno permeabile, su ghiaie e sabbie, sabbia e limo, argilla e sabbia.

Nella fase di aspirazione l'acqua deve essere convogliata e caricata lontano dalla zona di lavoro, in fossi o corsi d'acqua esistenti.

L'abbassamento della falda alla quota prevista deve essere controllato con una trivella opportunamente attrezzata allo scopo, oppure con un piezometro.

Per ottenere un drenaggio efficace è necessario che le punte delle sonde del drenaggio verticale o il tubo flessibile del drenaggio orizzontale, operino a quota più bassa, di almeno 50 cm, a quella del fondo della trincea di posa della condotta.

Non è consentito l'impiego di well-point orizzontale nel caso di presenza nel sottosuolo di servizi, cavi, condotte, manufatti, ecc. e, in ogni caso, prima della messa in opera del tubo flessibile, come pure delle punte verticali, si dovrà esperire una accurata indagine per la individuazione dei servizi suddetti.

L'impianto well-point a punte verticali è normalmente costituito da un sistema di tubi collettori orizzontali cui fa capo una o più pompe d'aspirazione.

Dai collettori orizzontali, collegati mediante speciali giunti a snodo, si dipartono dei tubi verticali infissi nel terreno fino alla profondità voluta ed aventi all'estremità un filtro per l'aspirazione dell'acqua.

In presenza di limo o fanghi molto fluidi le punte aspiranti devono essere protette da un prefiltro di sabbione allo scopo di evitare intasamenti del sistema di drenaggio.

Quando il terreno è reso asciutto per l'abbassamento della falda fino alla quota richiesta (controllo con piezometro), si inizia lo scavo del terreno mantenendo continuamente in funzione l'impianto, fino a reinterro avvenuto.

Le operazioni di prosciugamento dovranno essere eseguite con attrezzature tali, per numero ed efficienza, da non ritardare i programmi di posa della condotta.

La scelta del tipo di impianto, del numero e profondità delle punte aspiranti, del diametro e profondità del tubo drenante, del numero e del tipo delle pompe aspiranti e defluenti, nonché di tutti gli altri parametri è demandata

all'Appaltatore intendendosi l'autorizzazione della Committente relativa alla sola ubicazione del tratto da prosciugare.

## **25. SCAVO IN PRESENZA DI AMIANTO**

Le procedure di intervento per le aree in cui è accertata la presenza di amianto saranno diverse da quelle in cui questa presenza è esclusa.

In linea generale, si procederà nell'intervento dapprima sulle aree in cui non è presente amianto, e solo successivamente sulle aree con potenziale presenza di amianto; questo al fine di escludere completamente la contaminazione delle zone in cui non è presente amianto attraverso le attrezzature utilizzate.

In caso di riscontro di tracce di amianto l'impresa dovrà attuare la seguente procedura:

- Effettuazione di una campagna di campionamenti al fine di determinare con la massima precisione possibile, le aree in cui sono presenti tracce di amianto. Il reticolo di campionamento sarà comunicato all'affidataria dalla Direzione dei lavori sentiti gli enti di controllo competenti.
- Ricevuti gli esiti dei campionamenti dal laboratorio, l'affidataria provvederà a segnalare sul sito le zone in cui sono presenti tracce di amianto all'interno delle ceneri. La segnalazione sarà eseguita con picchetti metallici e nastro a strisce bianche/rosse e apposizione del cartello segnaletico di pericolo amianto. I picchetti saranno protetti con protezioni a fungo di colore rosso.
- Le attività di scavo e bonifica della zona contenente amianto saranno affidate ad una ditta specializzata in bonifiche da amianto con iscrizione alla categoria 10 B dell'Albo Nazioni dei Gestori Ambientali. Di questa ditta dovrà essere consegnata al Coordinatore della Sicurezza in fase Esecutiva (CSE), prima dell'inizio dei lavori, tutta la documentazione prevista per legge tra cui gli attestati di formazione delle persone incaricate delle attività sul campo e del referente tecnico.
- Predisposizione da parte dell'affidataria o dell'esecutrice, all'interno dell'area di cantiere o nelle immediate vicinanze di una zona spogliatoio, doccia e servizi igienici, dedicata alle persone che opereranno in potenziale presenza di amianto. Questa area sarà individuata dal CSE con l'impresa esecutrice prima dell'inizio dei lavori, in quanto per far questo risulta necessario attendere l'esito dei campionamenti e della segnalazione delle aree.
- Effettuazione almeno 48 ore prima dell'inizio dei lavori su materiali con amianto della "notifica" di cui all'art. 250 del D.Lgs 81/2008. Tale notifica è di competenza dell'impresa esecutrice dei lavori su amianto, ma per procedere all'invio l'esecutore deve ottenere dal CSE l'approvazione del documento da inviare.

Le attività di bonifica all'interno delle zone contenenti amianto si svolgeranno nel seguente modo:

- Le modalità operative che gli addetti seguiranno saranno simili, per vestizione degli operatori e per modalità igieniche, a quelle della rimozione di amianto compatto (DM 06.09.1994)
- La persona presente sull'escavatore, nel caso in cui il mezzo non fosse dotato di filtri assoluti EPA, dovrà seguire le modalità di vestizione ed igiene degli operatori a terra.
- Le operazioni di scavo dovranno avvenire in totale assenza di formazione di polvere, quindi sarà utilizzato in continuo un sistema di nebulizzazione di acqua. Il funzionamento in continuo avverrà indipendentemente dal fatto che la polvere possa non presentarsi anche in assenza di nebulizzazione.
- Le attività saranno immediatamente sospese in presenza di vento (vedere prescrizioni anemometro nel PSC rev. 1)
- Al termine di ogni giornata lavorativa e in caso di sospensione dei lavori per vento, la zona in cui si sta scavando dovrà essere coperta da teli in polietilene. Tali teli andranno smaltiti al termine dei lavori come materiali contenenti amianto.
- Il rifiuto scavato sarà insaccato in big bags adatti al tipo di materiale ed idoneamente etichettati.
- I big bags saranno stoccati in una apposita area di cantiere che sarà individuata assieme al CSE prima dell'inizio di questa attività. Tale area sarà opportunamente delimitata e segnalata.
- Al termine dei lavori si procederà alla pulizia dei mezzi e delle attrezzature utilizzate

I contenuti del presente articolo dovranno essere recepiti all'interno del Piano Operativo di Sicurezza (POS) dell'impresa incaricata dei lavori, assieme ad ogni indicazione e prescrizione contenuta nel Piano di Sicurezza e Coordinamento (PSC).

E' fatto divieto all'affidataria e all'esecutrice di modificare le procedure individuate senza la preventiva autorizzazione del CSE.

---

## 26. RINTERRI E RILEVATI COMPATTATI

Per la formazione dei rilevati o per qualunque opera di rinterro, ovvero per riempire i vuoti tra le pareti degli scavi e le murature, o da addossare alle murature, e fino alle quote prescritte dalla Direzione dei lavori, si impiegheranno in generale, e, salvo quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di qualsiasi genere eseguiti per quel cantiere, in quanto disponibili ed adatte, a giudizio della Direzione dei lavori, per la formazione dei rilevati.

Quando venissero a mancare in tutto o in parte i materiali di cui sopra, si preleveranno le materie occorrenti ovunque l'Appaltatore crederà di sua convenienza, purché i materiali siano riconosciuti idonei dalla Direzione dei lavori.

Per rilevati e rinterri da addossarsi alle murature, si dovranno sempre impiegare materie sciolte, o ghiaiose, restando vietato in modo assoluto l'impiego di quelle argillose e, in generale, di tutte quelle che con l'assorbimento di acqua si rammolliscono e si gonfiano generando spinte.

Nella formazione dei suddetti rilevati, rinterri e riempimenti dovrà essere usata ogni diligenza perché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di eguale altezza, disponendo contemporaneamente le materie bene sminuzzate con la maggiore regolarità e precauzione, in modo da caricare uniformemente le murature su tutti i lati e da evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico male distribuito.

Le materie trasportate in rilevato o rinterro con vagoni, automezzi o carretti non potranno essere scaricate direttamente contro le murature, ma dovranno depositarsi in vicinanza dell'opera per essere riprese poi al momento della formazione dei suddetti rinterri.

Per tali movimenti di materie dovrà sempre provvedersi alla pilonatura delle materie stesse, da farsi secondo le prescrizioni che verranno indicate dalla Direzione dei lavori.

E' vietato addossare terrapieni a murature di fresca costruzione.

Tutte le riparazioni o ricostruzioni che si rendessero necessarie per la mancata od imperfetta osservanza delle prescrizioni del presente articolo, saranno a completo carico dell'Appaltatore. È obbligo dell'Appaltatore, escluso qualsiasi compenso, di dare ai rilevati durante la loro costruzione quelle maggiori dimensioni richieste dall'assestamento delle terre, affinché all'epoca del collaudo i rilevati eseguiti abbiano dimensioni non inferiori a quelle ordinate.

L'Appaltatore dovrà consegnare i rilevati con scarpate regolari e spianate, con i cigli bene allineati e profilati e compiendo a sue spese, durante l'esecuzione dei lavori e fino al collaudo, gli occorrenti ricarichi o tagli, la ripresa e la sistemazione delle scarpate e l'espurgo dei fossi.

La superficie del terreno sulla quale dovranno elevarsi i terrapieni, sarà previamente scoticata, ove occorra, e se inclinata sarà tagliata a gradoni con leggera pendenza verso il monte.

I rilevati compattati saranno costituiti da terreni adatti, esclusi quelli vegetali, da mettersi in opera a strati non eccedenti i 0,25+0,30 metri, costipati meccanicamente mediante idonei attrezzi (rulli a punte, solitamente detti a piede di pecora, vibranti) regolando il numero dei passaggi e l'aggiunta dell'acqua, in modo da ottenere una densità pari almeno a quella Proctor indicata nella rispettiva voce di elenco. Ogni strato sarà costipato nel modo richiesto prima di procedere a ricoprirlo con altro strato, ed avrà superiormente la sagoma della monta richiesta per l'opera finita, così da evitarsi ristagni di acqua e danneggiamenti. Qualora nel materiale che costituisce il rilevato siano incluse pietre, queste dovranno risultare ben distribuite nell'insieme dello strato: comunque nello strato superiore sul quale appoggia l'impianto dei rilevati tali pietre non dovranno avere dimensioni superiori a 10 cm.

Il terreno d'impianto dei rilevati compattati che siano di altezza minore di 0,50 metri, qualora sia di natura sciolta o troppo umida, dovrà ancor esso essere compattato, previa scarificazione, al 95% della densità massima con la relativa umidità ottima. Se detto terreno d'impianto del rilevato ha scarsa portanza lo si consoliderà preliminarmente per l'altezza giudicata necessaria, eventualmente sostituendo il terreno in posto con materiali sabbiosi o ghiaiosi.

Particolare cura dovrà aversi nei rimpianti e costipazioni sul fondo invaso, a ridosso di piedritti, muri d'ala, muri andatori ed opere d'arte in genere.

Sarà obbligo dell'Impresa, escluso qualsiasi compenso, di dare ai rilevati, durante la loro costruzione, quelle maggiori dimensioni richieste dall'assestamento delle terre, affinché l'opera, al momento del collaudo, abbia dimensioni non inferiori a quelle prescritte.

Non si potrà sospendere la costruzione di un rilevato, qualunque ne sia la causa senza che ad esso sia stata data una configurazione tale da assicurare lo scolo delle acque piovane. Nella ripresa del lavoro il rilevato già eseguito dovrà essere spurgato dalle erbe e cespugli che vi fossero nati, nonché configurato a gradoni, praticandovi inoltre dei solchi, per il collegamento delle nuove materie con quelle prima impiegate.

In corso di lavoro l'Impresa dovrà curare l'apertura di fossetti di guardia a monte scolanti, anche provvisori, affinché le acque piovane non si addossino alla base del rilevato in costruzione.

---

Nel caso di rilevati compattati su base stabilizzata, i fossi di guardia scolanti al piede dei rilevati dovranno avere possibilmente il fondo più basso dell'impianto dello strato stabilizzato.

## **27. RILEVATI ESEGUITI CON TERRE A BASSA PERMEABILITÀ'**

Per la formazione di questi rilevati, oltre a rispettare tutte le indicazioni di cui all'articolo precedente relativo ai rilevati in genere, occorre attenersi scrupolosamente alle indicazioni riportate nella relazione tecnica e nelle eventuali prescrizioni di cui all'approvazione rilasciata dall'autorità competente in materia di impianti di discarica. In particolare occorrerà fornire e posare in opera materiali idonei alla realizzazione delle arginature perimetrali, compreso tutti gli oneri di seguito indicati:

campionatura preventiva e caratterizzazione in laboratorio delle terre da utilizzare con prove Proctor o comunque preventivamente concordate con la Direzione dei Lavori;

scavo di terre idonee alla realizzazione delle strutture in terra, della barriera geologica e di quella di confinamento. Le terre da scavare dovranno essere opportunamente concordate con la Direzione dei lavori e dovranno rispondere ai parametri geotecnici di cui alla prova di compattazione ed alle analisi di umidità di cui al punto precedente;

carico e trasporto delle terre sciolte in adeguata area di cantiere e loro lavorazione fino a raggiungere adeguate caratteristiche per la loro successiva posa in opera per la realizzazione delle strutture in terra, della eventuale barriera geologica e/o quella di confinamento dell'impianto di discarica;

posa delle terre per strati sottili, al soffice alti non più di 0,20 metri;

eventuale umidificazione del terreno con autobotte fino al raggiungimento della umidità ottimale di posa e compattazione;

compattazione delle terre posate con mezzi meccanici adeguati, quali rullo dentato vibrante, fino a raggiungere il rispetto dei parametri geotecnici concordati sia in termini di resistenza alla compressione che alla permeabilità. Il rispetto dei requisiti verrà accertato con prove esperite da tecnici incaricati da parte della Committenza, con metodiche e procedure sia di tipo diretto che indiretto, in modo da dimostrare il conseguimento dei risultati garantiti;

modellazione e profilatura della barriera geologica e di sconfinamento dell'argine e del fondo invaso secondo le sagome indicate nel progetto o concordate con la Direzione dei lavori in fase di cantiere;

ogni onere aggiuntivo necessario per l'esecuzione delle barriere a perfetta regola d'arte, nel rispetto dei parametri geotecnici richiesti dalla Direzione dei lavori.

## **28. COPERTURA SUPERFICIALE CON TERRENO**

È prevista la stesa di uno strato di terreno agrario di spessore non inferiore ad 1 m.

La provenienza viene liberamente scelta dall'Impresa purché, a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, i materiali siano riconosciuti accettabili. L'Impresa è obbligata a notificare, in tempo utile alla Direzione Lavori la provenienza dei materiali per il regolare prelievo dei relativi campioni.

L'Impresa deve sostituire a sua cura e spese, con altre rispondenti ai requisiti concordati, le eventuali partite non ritenute conformi dalla Direzione Lavori.

L'approvazione dei materiali consegnati sul posto non è tuttavia considerata come accettazione definitiva: la Direzione Lavori si riserva infatti la facoltà di rifiutare in qualsiasi momento, quei materiali e quelle provviste che si siano, per qualsiasi causa, alterati dopo l'introduzione sul cantiere, nonché il diritto di farli analizzare a cura e spese dell'Impresa, per accertare la loro corrispondenza con i requisiti specificati nel presente Capitolato e dalle norme vigenti.

In ogni caso l'Impresa, pur avendo ottenuto l'approvazione dei materiali dalla Direzione Lavori, resta totalmente responsabile della buona riuscita delle opere.

### **Materiale agrario**

Per materiale agrario si intende tutto il materiale impiegato negli specifici lavori agrari e forestali di vivaismo e giardinaggio (es. terreni e substrati di coltivazione, concimi, fitofarmaci, tutori, etc.), necessario alla messa a dimora, alla cura e alla manutenzione delle piante occorrenti per la sistemazione.

### **Terra di coltivo riportata**

Prima di effettuare qualsiasi impianto o semina l'Impresa è tenuta a verificare, con un congruo anticipo sull'inizio dei lavori e sotto la sorveglianza della Direzione Lavori, se il terreno in sito sia adatto alla piantagione o se, al contrario, risulti necessario (e in che misura) apportare nuova terra vegetale, la cui qualità deve essere a sua volta sottoposta a verifica ed approvazione da parte della Direzione Lavori per ogni tipologia di suolo.

Il terreno vegetale deve provenire da scotico di terreno a destinazione agraria, da prelevarsi fino alla profondità massima di 1,00 m. Qualora il prelievo della terra venga fatto da terreni naturali non coltivati, la profondità deve essere limitata al primo strato di suolo esplorato dalle radici della specie a portamento erbaceo (di norma non superiore a 0,50 m) ossia a quello spessore ove la presenza di humus e le caratteristiche fisico microbiologiche del terreno permettono la normale vita dei vegetali.

Il terreno vegetale deve essere di reazione neutra, risultare sufficientemente dotato di sostanza organica e di elementi nutritivi, di medio impasto e comunque adatto a ricevere una coltura erbacea od arbustiva permanente: esso deve risultare privo di ciottoli, detriti, radici ed erbe infestanti.

L'Impresa deve garantire la qualità del terreno di riporto; a tal fine, l'Impresa può disporre, a spese della Committente e su richiesta della Direzione Lavori, l'esecuzione delle analisi di laboratorio. Tali analisi devono essere eseguite, secondo i metodi ed i parametri normalizzati di analisi del suolo, pubblicati dalla Società Italiana della Scienza del Suolo (S.I.S.S.). I campioni per le analisi del terreno in sito devono essere prelevati in modo che siano rappresentativi di tutte le parti del suolo soggette alla sistemazione, curando che il prelievo avvenga tenendo conto non solo delle aree manifestamente omogenee (per giacitura, per esposizione, per colorazione, etc.) ma anche delle specie vegetali che in quei luoghi devono essere collocate a dimora o trapiantate, e in riferimento alla costituzione dei tappeti erbosi.

A seconda dell'estensione dell'intervento, deve essere prelevato un campione per ogni zona omogenea.

#### **Substrati di coltivazione**

Con substrati di coltivazione si intendono materiali di origine minerale e/o vegetale utilizzati singolarmente o miscelati in proporzioni note per impieghi particolari, al fine di ottenere un ambiente di crescita adatto alle diverse specie che si vogliono mettere a dimora.

Per i substrati imballati le confezioni devono riportare quantità, tipo e caratteristiche del contenuto. In mancanza delle suddette indicazioni sulle confezioni, o nel caso di substrati non confezionati, l'Impresa deve fornire, oltre ai dati sopra indicati, i risultati di analisi realizzate a proprie spese, secondo i metodi normalizzati dalla S.I.S.S. per i parametri indicati dalla Direzione Lavori da sottoporre all'approvazione della stessa.

Una volta pronti per l'impiego, i substrati devono essere omogenei e i componenti distribuiti in proporzioni costanti all'interno della loro massa.

I substrati non confezionati o privi delle indicazioni sopra citate sulla confezione, possono contenere anche altri componenti, in proporzioni note, tutti chiaramente specificati, da sottoporre all'approvazione della Direzione Lavori. L'Impresa deve determinare e sottoporre sempre all'approvazione della Direzione Lavori la densità apparente e la capacità di campo dei substrati destinati alle opere pensili a verde.

#### **Concimi minerali ed organici**

I concimi minerali, organici, misti e complessi da impiegare devono avere titolo dichiarato secondo la normativa vigente in materia ed essere forniti nell'involucro originale del Produttore, fatta esclusione per i letami, per i quali vengono valutate di volta in volta qualità e provenienza dalla Direzione Lavori.

La Direzione Lavori si riserva il diritto di indicare con maggior precisione il tipo di concime che deve essere impiegato, scegliendolo di volta in volta in base alle analisi di laboratorio del terreno, dei concimi proposti delle condizioni delle piante durante la messa a dimora e del periodo di manutenzione.

Per 'ammendanti' si intendono quelle sostanze sotto forma di composti naturali o di sintesi in grado di modificare le caratteristiche fisiche del terreno.

Per 'correttivi' si intendono quei prodotti chimici, minerali, organici o biologici capaci di modificare le caratteristiche chimiche del terreno.

In accordo con la Direzione Lavori, si possono impiegare prodotti con funzioni miste, purché ne siano dichiarati la provenienza, la composizione e il campo di azione e siano forniti preferibilmente negli involucri originali secondo la normativa vigente.

I fertilizzanti organici (letame maturo, residui organici di varia natura, etc.) devono essere raccolti o procurati dall'Impresa soltanto presso luoghi o fornitori precedentemente autorizzati dalla Direzione Lavori.

#### **Prodotti per pacciamatura**

Per 'pacciamatura' si intende una copertura del terreno a scopi diversi (es. controllo infestanti, limitazione dell'evapotraspirazione, sbalzi termici, etc.).

I materiali per pacciamatura comprendono prodotti di origine naturale (ciottoli e altri materiali lapidei frantumati, corteccia di conifere, cippatura di ramaglia, scaglie di pigna, etc.) o di sintesi (argilla espansa, film in materiale plastico, teli in materiale tessuto non tessuto, etc.).

Questi devono essere forniti (quando si tratti di prodotti confezionabili) in accordo con la Direzione Lavori, nei contenitori originali che riportino la dichiarazione della quantità, del contenuto e dei componenti.

Il paccime di origine vegetale deve essere esente da parassiti, patogeni di varia natura, semi di piante estranee, non fermentato e proveniente da piante sane.

---

Per i prodotti da pacciamatura forniti sfusi, la Direzione Lavori si riserva la facoltà di valutare di volta in volta qualità e provenienza.

**Torba**

Salvo precise richieste della Direzione Lavori, l'Impresa deve fornire torba della migliore qualità, confezionata in balle compresse e sigillate di circa 0,16 m3.

**Fitofarmaci**

I fitofarmaci da impiegarsi (es. anticrittogamici, insetticidi, diserbanti, coadiuvanti, acaricidi, ecc.) devono essere forniti nei contenitori originali e sigillati dal Produttore, con l'indicazione della composizione e della classe di tossicità, secondo la normativa vigente in materia.

Il loro utilizzo deve essere preventivamente autorizzato dalla ASL e approvato dalla Direzione Lavori.

**Drenaggi e materiali antierosione**

I materiali da impiegare per la realizzazione di drenaggi e opere antierosione devono corrispondere a quanto indicato in progetto e, per quelli forniti in confezione, essere consegnati nei loro imballi originali, attestanti quantità e caratteristiche del contenuto (resistenza, composizione chimica, requisiti idraulici e fisici, durata, etc.) per essere approvati dalla Direzione Lavori prima del loro impiego.

**Acqua**

L'acqua da utilizzare per l'innaffiamento e la manutenzione non deve contenere sostanze inquinanti e sali nocivi oltre i limiti di tolleranza di fitotossicità relativa, inoltre deve provenire da depositi o bacini di raccolta, per permettere una adeguata ossigenazione.

Nel caso di acqua proveniente dalla rete pubblica, questa deve essere lasciata decantare per almeno 24 ore per permettere l'allontanamento del cloro.

La temperatura dell'acqua non deve essere inferiore ai  $\frac{3}{4}$  della temperatura esterna dell'aria e comunque non inferiore a 15°C.

Se non le sarà consentito di approvvigionarsi da fonti della Committente, l'Impresa, è tenuta, su richiesta della Direzione Lavori, a verificare periodicamente mediante analisi effettuate secondo le procedure normalizzate dalla S.I.S.S., la qualità dell'acqua da utilizzare e a segnalare le eventuali alterazioni riscontrate. Gli oneri relativi sono a carico della Committente.

In caso contrario l'Impresa deve provvedere a sua cura e spese al controllo periodico della qualità dell'acqua.

Per 'materiale vegetale' si intende tutto il materiale vivo (alberi, arbusti, tappezzanti, sementi, ecc.) occorrente per l'esecuzione del lavoro.

Questo materiale deve provenire da ditte appositamente autorizzate ai sensi delle leggi 18.6.1931 n. 987 e 22.5.1973 n. 269 e successive modificazioni e integrazioni.

L'Impresa deve dichiararne la provenienza alla Direzione Lavori. La Direzione Lavori si riserva comunque la facoltà di effettuare, contestualmente all'Impresa, visite ai vivai di provenienza allo scopo di scegliere le piante; si riserva inoltre la facoltà di scartare quelle non rispondenti alle caratteristiche di progetto, in quanto non conformi ai requisiti fisiologici e fitosanitari che garantiscano la buona riuscita del lavoro, o che non ritenga comunque adatte alla sistemazione da realizzare.

Le piante devono essere esenti da residui di fitofarmaci, attacchi di insetti, malattie crittogamiche, virus, altri patogeni, deformazioni e alterazioni di qualsiasi natura che possano compromettere il regolare sviluppo vegetativo e il portamento tipico della specie.

Per quanto riguarda le avversità delle piante, devono essere osservate le disposizioni previste dal D.M. 11.7.80 "norme fitosanitarie relative all'importazione, esportazione e transito dei vegetali e prodotti vegetali" e successive integrazioni e modifiche e tutte le altre norme vigenti in materia.

L'Impresa, sotto la sua piena responsabilità, può utilizzare piante non provenienti da vivaio e/o di particolare valore estetico unicamente se indicate in progetto e/o accettate dalla Direzione Lavori.

Le piante devono aver subito le necessarie lavorazioni in vivaio e rispondere alle specifiche contenute negli elaborati di progetto.

Le piante devono essere etichettate singolarmente o per gruppi omogenei per mezzo di cartellini di materiale resistente alle intemperie sui quali sia stata riportata, in modo leggibile e indelebile, la denominazione botanica (genere, specie, varietà, nome commerciale per le coltivazioni) del gruppo a cui si riferiscono.

Le caratteristiche con le quali le piante devono essere fornite (densità e forma della chioma, presenza e numero di ramificazioni, sistema di preparazione dell'apparato radicale, etc.) sono precisate negli elaborati di progetto.

L'Impresa deve far pervenire alla Direzione Lavori, con almeno 48 ore di anticipo, comunicazione scritta della data in cui le piante verranno consegnate in cantiere.

Per quanto riguarda il trasporto delle piante, l'Impresa deve prendere tutte le precauzioni necessarie affinché queste arrivino sul luogo della sistemazione nelle stesse condizioni in cui hanno lasciato il vivaio, curando che il trasferimento venga effettuato con mezzi, protezioni e modalità di carico idonei, con particolare attenzione affinché

rami e corteccia non subiscano danni e le zolle non abbiano a frantumarsi o ad essiccarsi anche a causa dei sobbalzi o per il peso del carico del materiale soprastante.

Una volta giunte a destinazione, tutte le piante devono essere trattate in modo che sia evitato loro ogni danno. Il tempo intercorrente tra il prelievo in vivaio e la messa a dimora definitiva (o la sistemazione in vivaio provvisorio) deve essere il più breve possibile. Nell'eventualità che per avverse condizioni climatiche le piante approvvigionate a piè d'opera non possano essere messe a dimora in breve, si deve provvedere a collocare il materiale in tagliola, curando in seguito le necessarie annaffiature ed evitando pregerminazioni.

In particolare l'Impresa deve assicurarsi che le zolle e le radici delle piante che non possono essere immediatamente messe a dimora non subiscano ustioni e mantengano il tenore di umidità adeguato alla loro buona conservazione.

Non è consentita la sostituzione di piante che l'Impresa non riuscisse a reperire; ove tuttavia venga dimostrato che una o più specie non siano reperibili, l'Impresa può proporre la sostituzione con piante simili.

L'Impresa deve sottoporre per iscritto tali proposte di sostituzione alla Direzione Lavori con un congruo anticipo sull'inizio dei lavori stessi ed almeno un mese prima della piantagione cui si riferiscono. La Direzione Lavori si riserva la facoltà di accettare le sostituzioni indicate e/ o di proporre di alternative.

#### **Tappeti erbosi in piote e zolle**

Qualora fosse richiesto un rapido inerbimento delle superfici a prato (pronto effetto) oppure si intendesse procedere alla costituzione del tappeto erboso per propagazione di essenze prative stolonifere, l'Impresa deve fornire zolle e/o piote erbose precoltivate costituite con le specie prative richieste nelle specifiche di progetto (cotica naturale, miscuglio di graminacee e leguminose, prato monofita, etc.).

Prima di procedere alla fornitura, l'Impresa deve sottoporre all'approvazione della Direzione Lavori campioni del materiale che intende fornire; analogamente, nel caso fosse richiesta la cotica naturale, l'Impresa deve prelevare le zolle soltanto da luoghi approvati dalla Direzione Lavori.

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

Al fine di non spezzarne la compattezza, le piote precoltivate devono essere consegnate arrotolate, mentre le zolle devono essere fornite su pallet.

Tutto il materiale, di qualunque tipo sia, al fine di evitare danni irreparabili dovuti alla fermentazione e alla mancata esposizione alla luce, non deve essere lasciato accatastato o arrotolato per più di 24 ore dalla consegna.

#### **Pulizia generale del terreno**

L'area oggetto della sistemazione viene di norma consegnata all'Impresa con il terreno a quota d'impianto.

Qualora il terreno all'atto della consegna non fosse idoneo alla realizzazione dell'opera per la presenza di materiale di risulta, i preliminari lavori di pulitura del terreno saranno eseguiti in base nell'elenco descrittivo delle lavorazioni e forniture e in accordo con la Direzione Lavori.

Per quanto attiene le quote relative all'andamento superficiale del terreno, l'impresa è tenuta, visti gli elaborati progettuali a provvedere alle necessarie movimentazioni al fine di ottenere gli andamenti superficiali previsti dal progetto stesso, ciò minimizzando le asportazioni dello strato di coltivo esistente.

#### **Lavorazione del suolo**

Su indicazione della Direzione Lavori, l'Impresa deve procedere alla lavorazione del terreno fino alla profondità necessaria, preferibilmente eseguita con l'impiego di mezzi meccanici ed attrezzi specifici, a seconda della lavorazione prevista dagli elaborati di progetto.

##### **Aratura**

La lavorazione del terreno deve avere il carattere di una vera e propria aratura, sarà perciò eseguita fino alla profondità di almeno cm. 40, salvo diversamente ordinato dalla Direzione Lavori.

L'aratura deve eseguirsi con il mezzo trainante più leggero possibile in relazione alle caratteristiche del terreno stesso per minimizzare la compressione.

Le fette di lavorazione devono essere rovesciate con successione regolare senza lasciare fasce intervallate di terreno sodo.

Ove necessario il lavoro deve completarsi a mano: le arature devono effettuarsi sempre previa autorizzazione della Direzione Lavori e sono finalizzate a garantire l'esecuzione degli interventi solo a terreno "in tempera".

Inoltre è possibile effettuare la lavorazione del terreno mediante l'uso di pala meccanica.

##### **Fresatura, sarchiatura, erpicatura e zappatura**

La lavorazione può avere profondità di lavoro da 5-8 cm a 15-20 cm.

L'intervento deve sminuzzare accuratamente il terreno in superficie, anche per assicurare una buona penetrazione delle acque meteoriche.

Può essere necessario procedere a una o più passate fino ad ottenere un omogeneo sminuzzamento delle zolle e completa estirpazione delle infestanti.

Nelle immediate vicinanze di alberi, arbusti, manufatti recinzioni, siepi, impianti irrigui, il lavoro deve ovviamente completarsi a mano.

#### *Vangatura*

La vangatura dovrà avere profondità di lavoro di almeno 30 cm; durante il lavoro si deve avere cura di far affiorare in superficie pietre ed erbe infestanti che devono sempre asportarsi comprendendo anche e totalmente le parti ipogee.

Qualora, a causa della limitata superficie delle aree di intervento non possano venire impiegati mezzi meccanici, la vangatura deve sostituirsi all'aratura.

Eseguito il lavoro di aratura o vangatura, l'Impresa deve effettuare un successivo lavoro complementare di preparazione, consistente in una erpicatura o zappatura di tutte le aree destinate all'impianto; con questa operazione, da eseguirsi a terreno asciutto, il terreno medesimo deve risultare uniformemente sminuzzato.

Naturalmente, se con una sola lavorazione di erpice o zappa il terreno non risultasse uniformemente sminuzzato, l'Impresa è tenuta ad effettuare successive lavorazioni con gli strumenti adatti, fino a raggiungere l'uniforme sminuzzamento del terreno richiesto.

Qualora fra il momento di impianto degli alberi e la formazione del prato trascorresse tempo sufficiente alla proliferazione di vegetazione infestante, è a cura e spese dell'Impresa dare corso a sollecite fresature ed erpicature, al fine di eliminare tale vegetazione e ciò prima che questa giunga a maturità (produzione del seme).

Le lavorazioni devono essere eseguite nei periodi idonei con il terreno in tempera, evitando di danneggiarne la struttura e di formare suole di lavorazione.

Nel corso di questa operazione l'Impresa deve rimuovere tutti i sassi, le pietre e gli eventuali ostacoli sotterranei che possono impedire la corretta esecuzione dei lavori provvedendo anche, su indicazioni della Direzione Lavori, ad accantonare e conservare le preesistenze naturali di particolare valore estetico (rocce, massi, etc.) o gli altri materiali che possano essere vantaggiosamente riutilizzati nella sistemazione.

Nel caso ci si dovesse imbattere in ostacoli naturali di rilevanti dimensioni che presentino difficoltà ad essere rimossi, oppure manufatti sotterranei di qualsiasi natura di cui si ignori l'esistenza (cavi, fognature, tubazioni, etc.), l'Impresa deve interrompere i lavori e chiedere istruzioni specifiche alla Direzione Lavori. Ogni danno conseguente alla mancata osservanza di questa norma deve essere riparato o risarcito a cura e spese dell'Impresa fino a completa soddisfazione della Direzione Lavori.

#### *Correzione, ammendamento e concimazione del terreno*

Dopo avere effettuato le lavorazioni su istruzione della Direzione Lavori, l'Impresa deve incorporare nel terreno tutte le sostanze eventualmente necessarie ad ottenere la correzione, l'ammendamento e la concimazione di fondo nonché somministrare gli eventuali fitofarmaci e/o diserbanti ammessi dalla Direzione Lavori.

La concimazione organica e/o chimica deve essere rapportata ai risultati delle analisi dei terreni ed alle particolari necessità delle singole specie da mettere a dimora.

Oltre alla concimazione di fondo, l'Impresa deve effettuare anche le opportune concimazioni in copertura, impiegando concimi idonei per quanto attiene solubilità e pronta assimilazione degli elementi.

Nel caso di impianto di nuovi alberi, la concimazione di fondo può essere evitata in caso di impiego di piante micorrizzate, con possibile aggiunta di specifici prodotti biostimolanti.

L'impiego di prodotti a base di biostimolanti rappresenta poi l'unico intervento possibile nel caso di reimpianto di alberi in terreni in cui sia accertata o si sospetti la presenza di patogeni fungini agenti a livello degli apparati radicali.

Il trattamento con tali prodotti può essere effettuato dalla primavera all'autunno, evitando periodi eccessivamente siccitosi e con temperature massime superiori ai 26 – 28 °C.

La modalità di distribuzione deve essere valutata caso per caso e deve comunque interessare solo gli strati superficiali di terreno normalmente esplorati dalle radici assorbenti (15 – 25 cm di profondità).

I trattamenti con fitofarmaci devono essere comunque autorizzati dalla Direzione Lavori, tempestivi ed eseguiti da personale abilitato secondo la normativa vigente, che deve attenersi per il loro uso alle istruzioni specificate dal Produttore e alle leggi vigenti in materia, ed usare ogni possibile misura preventiva atta ad evitare danni alle persone e alle cose.

#### **Apporto di terra di coltivo**

Prima di effettuare qualsiasi impianto o semina, l'Impresa in accordo con la Direzione Lavori, deve verificare che il terreno in sito sia adatto alla piantagione; in caso contrario deve apportare terra di coltivo in quantità sufficiente a formare uno strato adeguato per i prati, tenendo presente l'eventuale calo del terreno per assestamento, e a riempire totalmente le buche e i fossi per gli alberi e gli arbusti, curando che vengano frantumate tutte le zolle e gli ammassi di terra.

La terra di coltivo rimossa e accantonata nelle fasi iniziali degli scavi deve essere utilizzata insieme a quella apportata, secondo quanto indicato dalla Direzione Lavori.

Le quote definitive del terreno devono essere quelle indicate negli elaborati grafici di progetto e devono comunque essere approvate dalla Direzione Lavori.

#### **Formazione dei prati**

La formazione dei prati deve aver luogo dopo la messa a dimora di tutte le piante previste in progetto e dopo l'esecuzione delle eventuali opere murarie e delle attrezzature complementari.

Tutte le aree da seminare o piantare a prato non devono essere sistemate fino a che non sia stato installato o reso operante un adeguato sistema di irrigazione, se previsto.

I vari tipi di prato devono presentarsi perfettamente inerbiti con le specie previste, con presenza di erbe infestanti e sassi non superiore ai limiti di tolleranza consentiti dal progetto, esenti da malattie, "chiarie" ed avvallamenti dovuti all'assestamento del terreno o ad altre cause.

#### **Semina di tappeti erbosi**

Dopo la preparazione del terreno su indicazione della Direzione Lavori, l'area deve essere seminata e rullata a terreno asciutto.

Qualora la morfologia del terreno lo consenta, è preferibile che le operazioni di semina vengano effettuate mediante speciale seminatrice munita di rullo a griglia, al fine di ottenere l'uniforme spargimento del seme e dei concimi minerali complessi. In caso contrario la semina, eseguita a spaglio, deve effettuarsi sempre in giornate senza vento.

La copertura del seme deve essere fatta mediante rastrelli a mano e con erpice a sacco o tramite specifiche attrezzature meccaniche.

L'operazione deve essere eventualmente ripetuta dopo il secondo sfalcio.

Terminate le operazioni di semina o piantagione, il terreno deve essere immediatamente bagnato fino a che il suolo non risulti imbevuto di acqua fino alla profondità di almeno 5 cm. Per impedire che l'acqua possa asportare semi o terriccio, l'irrigazione dei prati appena formati deve essere realizzata per mezzo di irrigatori provvisti di nebulizzatori.

La superficie deve essere opportunamente delimitata per evitarne il calpestio nelle fasi iniziali di sviluppo delle specie.

#### **Messa a dimora delle zolle erbose**

Le zolle erbose per la formazione dei prati devono essere messe a dimora stendendole sul terreno in file a giunti sfalsati tra fila e fila e devono risultare assestate a perfetta regola d'arte, in modo che non si presenti soluzione di continuità tra zolla e zolla.

Il piano di appoggio delle zolle deve risultare debitamente livellato ed il terreno precedentemente lavorato.

Per favorirne l'attecchimento, le zolle devono essere compattate per mezzo di battitura o di rullatura e, infine, abbondantemente irrigate.

#### **Inerbimento e piantagioni di scarpate e terreni in pendio**

Le scarpate e i terreni con pronunciata pendenza devono essere inerbiti con specie caratterizzate da un potente apparato radicale e adatte a formare uno stabile tappeto erboso polifita.

#### **VERIFICA FINALE DELLA COPERTURA SUPERFICIALE**

Terminata la messa in opera della copertura definitiva, l'Impresa deve effettuare la verifica finale dell'idoneità della stessa mediante l'esecuzione di un rilievo topografico.

Le prove sono a carico/cura dell'Impresa.

Il rilievo topografico permette di effettuare una verifica plano-altimetrica delle quote di progetto della copertura finale. Tale verifica deve essere opportunamente indicata in apposite planimetrie e sezioni quotate firmate da tecnico abilitato.

## **29. OPERE IN TERRA STABILIZZATE CON CALCE**

#### **Descrizione e norme generali**

Una stabilizzazione con calce consiste in una miscela di: terra e/o materiali artificiali, calce ed acqua, in quantità tali da modificare le caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche della terra e del materiale artificiale originario, onde ottenere un miscuglio scarsamente sensibile agli agenti atmosferici, idoneo al costipamento in strati e di capacità portante superiore al materiale di partenza. Le miscele, che si suddividano in due tipi come appresso specificato, potranno essere ottenute o mescolando in sito, mediante idonei miscelatori (pulvimixer), i loro componenti, o realizzando la miscelazione di questi in impianti fissi (centrali) e mettendo successivamente a dimora con opportune attrezzature quanto premiscelato.

#### **Stabilizzazioni con calce di tipo binario**

Sono costituite da miscele di calce e terre con indice di plasticità compreso tra 10 e 50 ovvero di calce e pozzolana. Gli effetti indotti dalla miscelazione si dividono in effetti "a breve termine" (riduzione del miglioramento delle condizioni di costipamento, abbassamento della tendenza al rigonfiamento) e in effetti "a lungo termine" (aumento della resistenza, della stabilità all'acqua e al gelo). I risultati a lungo termine sono propri delle cosiddette "terre reattive" (B.U. CNR 36) e dei materiali a matrice pozzolanica i quali ultimi non presentano i citati effetti a breve termine.

Sono ricompresi fra i trattamenti di tipo binario i trattamenti dei misti naturali plastici.

#### **Stabilizzazione delle fondazioni stradali**

I piani di posa avranno l'estensione dell'intera area di appoggio della fondazione stradale nel caso di sezione in trincea, e potranno essere continui o gradonati secondo i profili e le indicazioni che saranno dati dalla Direzione Lavori. Le quote dei suddetti piani saranno stabilite di volta in volta dal progettista dell'opera e saranno raggiunte praticando i necessari scavi di sbancamento.

Nel caso, alla predetta quota si rilevi la presenza di terreni con contenuto di materiale organico non superiore al 3% e classificabili, secondo la normativa CNR-UN110006, come appartenenti alle seguenti categorie:

-A5 con  $I_p > 8$ ;

-A6 e A7;

- A2/6 e A2/7 con una frazione passante al setaccio 0,4 UNI non inferiore al 35%.

La Direzione Lavori, se lo riterrà opportuno potrà commissionare all'appaltatore un'indagine sperimentale atta a stabilire la reattività della terra in sito con la calce, e quindi ordinare la miscelazione/stabilizzazione della stessa con calce viva o idrata.

Le modalità di impiego e la scelta della miscela dovranno essere del tipo di seguito elencato.

#### **Costituzione della miscela**

L'individuazione della miscela, più idonea all'impiego dovrà essere indicata alla Direzione Lavori come scaturita dalla serie di indagini di laboratorio, eseguite presso laboratori ufficiali o presso sperimentale di Cesano, di seguito descritte:

consumo iniziale di calce (CIC) determinato secondo la norma ASTM C977-92, non inferiore al 1,5%;

presenza percentuale di solfati (SO<sub>3</sub>), determinati secondo le norme UNI 8520 parte 11a, non superiore al 4%;

reattività della terra alla calce per le frazioni inferiori a 2 micron, determinata secondo esame diffrattometrico, eseguito su campioni tal quali dopo trattamento sottovuoto con glicole etilico;

verifica delle caratteristiche, mediante esami chimici e fisici di controllo, della calce che dovrà risultare del tipo indicato in tabella n° 1, (valori percentuali in peso).

Requisito	Calce Viva	Calce
CO <sub>2</sub>	<5%	—
(CaO + MgO) Totali	>84%	—
Titolo in Idrati	—	>85%
SiO <sub>2</sub> - Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + SO <sub>3</sub>	<5%	< 5%
Pezzatura	<2 mm	—
Passante al setaccio con luce netta	200 µm >90%	90 µm >85%

1) determinazione del limite liquido e plastico, secondo la norma CNR UNI 10014, della terra in sito e della miscela, si riterrà idonea ad essere impiegata una terra che, dopo stabilizzazione presenti un abbattimento dell'indice di plasticità  $I_p$  del 25%;

2) determinazione del valore C.B.R. su provini confezionati secondo la normativa CNR-UNI 10009 punto 3.2.1, compattati secondo AASHTO mod. T 180 e rispettivamente tenuti a maturare 7 giorni in aria a  $20 \pm 1^\circ \text{C}$  e U. R > 95% (pre-saturazione), oppure come sopra e poi saturati 4 giorni in acqua a  $20 \pm 1^\circ \text{C}$  (post-saturazione), lo studio dovrà prevedere l'impiego di due provini per ogni valore di umidità della miscela ed inoltre dovranno essere analizzate almeno tre miscele con tenori di calce crescenti a partire dai valore minimo del CIC; si riterranno idonee all'impiego le miscele che presentano le seguenti caratteristiche:

nel caso di pre-saturazione C.B.R. > 70

nei caso di post-saturazione C.B.R. > 50 e rigonfiamento < 1,5%

1) determinazione della resistenza a compressione ad espansione laterale libera, eseguita su provini apribili del tipo C.B.R., secondo B.U. CNR N. 29 compattati secondo AASHTO Mod. T 180, metodo D, avvolti in pellicola di polietilene e tenuti a maturare 7 giorni in aria a  $20 \pm 1^\circ \text{C}$  e U. R > 95%, si riterranno idonee all'impiego le miscele che presentano le seguenti caratteristiche:

resistenza a compressione  $R_e > 1,2 \text{ MPa}$

Prima dell'inizio dei lavori l'Appaltatore è tenuto a presentare alla Direzione

Lavori i risultati ottenuti dalle predette prove e quindi, acquisita l'approvazione, potrà procedere all'impiego della miscela.

Si precisa comunque che il quantitativo minimo di calce non dovrà mai essere inferiore all'1,5% in peso, pena la rimozione dell'intero strato di materiale a totale onere e cura dell'Impresa.

#### **Stabilizzazione**

L'operazione di miscelazione, eseguita dopo la posa in opera della terra in strati di altezza massima pari a 30 cm dovrà essere preceduta, se necessario, da quella di frantumazione della terra in sito, ottenuta mediante passate successive di idonea attrezzatura (pulvimixer) fino ad ottenere una frazione passante al crivello 5 UNI superiore al 63%.

Terminata l'operazione si dovrà stabilire l'umidità della terra in sito, procedendo con metodi speditivi, ed eseguendo le verifiche in più punti ed a più profondità.

In presenza di valori che si discostano dal valore di umidità ottima, determinato a seguito delle prove di laboratorio sopra descritte e concordato con la Direzione dei Lavori, in valore assoluto maggiori del  $\pm 2\%$ , si procederà ad una nuova epicatura in caso di eccesso di umidità, oppure ad annaffiare il terreno se troppo asciutto, per raggiungere il grado di umidità desiderato.

Acquisita l'umidità ottima o comunque compresa nel range sopra definito, si procederà alla stesa della calce, mediante impiego di apposita attrezzatura a coclea, nella misura a metro quadrato tale da raggiungere la percentuale prevista in sede del progetto della miscela,

L'operazione sopra descritta non dovrà mai essere effettuata in presenza di forte vento per garantire la sicurezza del personale operante, che dovrà comunque essere dotato di maschere protettive, e l'esattezza del dosaggio della miscela. La miscelazione tra terra e calce potrà avvenire anche presso impianti fissi ubicati nelle vicinanze della cava di prestito.

Ultimata la stesa della calce si procederà alla miscelazione eseguendo un adeguato numero di passate di pulvimixer al fine di ottenere una miscela continua ed uniforme per poi passare alla rullatura eseguita con rulli a piastre e a punta e/o carrelli pigiatori gommati.

La Direzione Lavori accerterà il raggiungimento del grado di compattazione attraverso prove in sito del peso di volume e del modulo di deformazione (Md). Tali prove saranno richieste con la frequenza di:

Md - ogni 250 metri di strato finito;

Peso Volume - ogni 2000 m<sup>3</sup> di materiale lavorato.

Si riserva inoltre di eseguire prove dell'indice C.B.R., prove di rigonfiamento e prove di rottura a compressione su provini prelevati in sito costituiti da materiale già compattato. La Direzione Lavori riterrà idonei i seguenti valori:

densità in sito B.U. CNR N. 22 pari al 92% della densità Proctor ottenuta in laboratorio con provini costipati secondo AASHTO mod. T180 e confezionati con la stessa miscela prelevata in sito;

valori di Md ottenuti mediante piastra da 300 mm di diametro (B.U. CNR N. 146) per il piano di sottofondazione non inferiori a 50 N/mm<sup>2</sup> nel ciclo di carico compreso tra 0,15 N/mm<sup>2</sup> e 0,25 N/mm<sup>2</sup>;

per, le prove dell'indice C.B.R., prove di rigonfiamento e prove di rottura a compressione su provini prelevati in sito costituiti da materiale già compattato si potranno accettare valori non inferiori al 90% di quelli ottenuti in laboratorio sulla miscela di progetto.

Per il solo caso di sottofondazione si dovrà prevedere la realizzazione di uno strato protettivo da mettere in opera prima della realizzazione della sovrastruttura stradale. L'Appaltatore, concordandolo con la Direzione Lavori potrà seguire una delle seguenti tecniche:

1) strato di sabbia bagnata di 3-4 cm di spessore;

2) manto di protezione di bitume liquido BL 350 -700 (BU CNR n. 7) in ragione di 1 kg/m<sup>2</sup>;

3) emulsione bituminosa a lenta rottura del tipo EL 55 (BU CNR n. 3) in ragione di 1,8 Kg/m<sup>2</sup>.

Il periodo di maturazione della miscela non potrà essere inferiore a 7 giorni. Nel caso di impiego dello strato protettivo in sabbia si dovrà provvedere sua rimozione.

#### **Modalità di posa in opera**

L'impresa dovrà comunicare alla D.L., oltre ai programmi di esecuzione richiesti dal capitolato generale, i programmi di approvvigionamento del legante ed i relativi sistemi di stoccaggio i quali dovranno rispettare, con opportuni margini prudenziali, il programma generale dell'intervento di stabilizzazione.

Le tecniche operative ammesse per le stabilizzazioni con calce sono:

miscelazione in sito;

miscelazione in centrale.

Lungo il tracciato, nel caso di trattamento in sito delle terre o nelle cave di prestito prescelte, sarà eseguito un sopralluogo al fine di:

identificare le terre da trattare;

determinare l'umidità naturale delle terre prevedibile al momento della miscelazione;

determinare la ripartizione in zone omogenee di trattamento;  
individuare il profilo della falda freatica lungo il tracciato.

La costruzione di uno strato di struttura in terra o materiale artificiale stabilizzato con calce consiste: nella preparazione tempestiva di tutti gli adeguati e possibili sistemi di evacuazione e drenaggio dell'acqua dal cantiere (fossi laterali, canalette di scolo, ecc.) cui faranno seguito le fasi operative proprie della tecnologia di realizzazione adottata. Nel caso di miscelazione in sito esse saranno la scarifica e la preparazione del terreno o del materiale da stabilizzare, la stesa della calce, lo spargimento dell'acqua, secondo le quantità stabilite, la miscelazione completa di terra, calce ed acqua, la compattazione a sagoma, la stesa di una protezione superficiale adeguata. Laddove si opti per la miscelazione in centrale, esse consistono nella preparazione del piano di appoggio, nell'approvvigionamento e stesa della miscela prefabbricata, nella compattazione a sagoma nella stesa di una protezione superficiale adeguata.

#### **Miscelazione in sito**

Dopo che il terreno in sito sarà stato sagomato come da progetto, lo strato da stabilizzare dovrà essere scarificato per lo spessore e la larghezza previsti, e parzialmente polverizzato utilizzando lame scarificatrici, erpici a disco, polverizzatori a fresa orizzontale (pulvimixer). Nel caso di miscelazione in sito di miscele totalmente d'apporto l'impresa dovrà a sua cura e spese verificare la natura, lo stato e le caratteristiche di portanza CBR della superficie di appoggio. Tutti i materiali estranei, come radici, residui legnosi ed erbosi, e gli inerti di dimensione massima superiore a 3 cm dovranno essere rimossi. Qualora si intenda trattare un materiale d'apporto si dovrà, prioritariamente ed in alternativa alle operazioni citate, procedere alla stesa del materiale da stabilizzare per strati di spessore non superiore a 20:25 cm. Successivamente si procederà alla stesa della calce nelle quantità richieste e secondo gli schemi di progetto, utilizzando apposite macchine spanditrici in grado di assicurare una distribuzione uniforme del materiale; per assicurare la regolarità e l'uniformità dello spandimento, la Direzione dei lavori potrà prescrivere che esso avvenga in più di una passata. Il controllo dell'uniformità di spandimento sarà eseguito secondo quanto specificato successivamente. Durante giornate ventose non sarà permessa la stesa della calce in polvere. In ogni caso, il qualitativo da stendere dovrà tenere conto di possibili inconvenienti dovuti al vento, intendendosi che il quantitativo di legante miscelato deve essere in ogni caso non inferiore a quello della miscela di progetto. Ove necessario si procederà, successivamente, alla stesa dell'acqua, con adatta cisterna munita di barre di spruzzatura, nel quantitativo richiesto, maggiorato di una opportuna quantità per compensare perdite o evaporazioni nel corso della miscelazione. Tale eccesso d'acqua sarà stabilito mediante una prova sperimentale da eseguire prima dell'inizio delle lavorazioni. Quindi si procederà alla miscelazione di terra, legante ed acqua, a mezzo di miscelatore fresa orizzontale (pulvimixer). Altri metodi di miscelazione, con tipi di macchine più semplici, dovranno essere approvati ed accettati dalla Direzione dei lavori. Il numero di passate del miscelatore, le relative modalità, gli eventuali tempi di maturazione della miscela prima della compattazione saranno stabiliti dalla Direzione dei lavori a seguito dei risultati della prova già richiamata. In ogni caso, il numero minimo di passate del miscelatore sulla stessa sezione non dovrà essere inferiore a due. Si procederà, quindi, alla compattazione dello strato con mezzi adatti al materiale stabilizzato e con modalità approvate dalla Direzione dei lavori, sempre a seguito di risultati della prova sperimentale predetta, fino a raggiungere i limiti previsti nelle norme di controllo del lavoro in corso d'opera.

Nell'esecuzione dei lavori si dovrà avere la massima cura nell'esecuzione dei giunti longitudinali per ottenere la continuità della struttura. Ciò si potrà ottenere limitando a non più di 2 ore il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce, affiancate provvedendo inoltre, nella fresatura e mescolamento di una strisciata, ad interessare per almeno 5 cm la strisciata già eseguita. Particolari accorgimenti dovranno essere adottati, nell'esecuzione del giunto trasversale di ripresa. Nel caso in cui le condizioni climatiche non permettessero una esecuzione a regola d'arte, il lavoro dovrà essere sospeso. Strati eventualmente compromessi da condizioni meteorologiche, o da altre cause: protezione non adeguata, traffico di cantiere, traffico esterno, eco., dovranno essere rimossi e sostituiti a totale cura e spese dell'Impresa.

#### **Miscelazione in centrale**

Le operazioni rispetto alla miscelazione in sito variano per le modalità di miscelazione che dovranno essere eseguite in appositi impianti centralizzati con dosatori a peso o a volume approvati dalla Direzione dei lavori, per la messa in opera che dovrà essere eseguita con finitrice e livellatrice, o altro sistema, accettato e approvato espressamente dalla Direzione dei lavori, per lo spessore richiesto dal progetto. In ambedue i casi, l'organizzazione e la programmazione dei lavori dovrà essere tale che, una volta terminate le operazioni con la stesa dello strato di protezione di emulsione bituminosa, come indicato al paragrafo 4, lo strato stabilizzato non dovrà essere transitato da alcun tipo di traffico, incluso quello di cantiere, senza la preventiva approvazione della Direzione dei lavori.

#### **Protezione superficiale**

Immediatamente dopo il completamento delle operazioni di costipamento e rifinitura, si dovrà stendere un velo protettivo di emulsione bituminosa al 55% che dovrà ricoprire uniformemente tutta la superficie dello strato stabilizzato, con un dosaggio minimo di 1,5 kg/m<sup>2</sup>.

**Tratto di prova**

Prima dell'avvio dell'esecuzione dei lavori, a cura e spese dell'Impresa, sarà eseguito un tratto di prova di lunghezza adeguata, per la messa a punto delle varie operazioni riguardanti i lavori ed in particolare: il sistema e la regolarità di stesa dei materiali, la miscelazione dei componenti, la compattazione delle miscele. Dalla sezione di prova verranno inoltre tratti gli elementi necessari per stabilire il valore del modulo di deformazione da richiedere eventualmente per il controllo. Nella sezione di prova dovranno essere eseguiti tutti i controlli di accettazione previsti nel presente capitolato. Il tratto di prova dovrà essere di norma eseguito al di fuori della zona di lavoro. Con approvazione della Direzione dei lavori, -tale tratto potrà essere eseguito su una zona interessante il lavoro, essere incluso nello stesso e pagato, solo se esso risponderà alle norme di accettazione previste. In caso contrario lo stesso dovrà essere demolito ed i materiali di risulta allontanati a cura e-spese dell'Impresa. Nel caso di cattiva riuscita della prova, la stesa sarà ripetuta fino ad esito favorevole. I tempi di esecuzione delle prove rientrano nei tempi contrattuali stabiliti per l'esecuzione dell'intero lavoro.

**Regolarità superficiale**

La superficie finita dello strato completo non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto. Il valore numerico della tolleranza ammessa sarà funzione dello strato in lavorazione; esso sarà controllato con un regolo lungo 4 m, disposto secondo due direzioni ortogonali; tale valore di scostamento dovrà essere saltuario. Qualora si riscontrino uno scostamento dalla sagoma di progetto superiore a quello ammesso, non è consentita la ricarica superficiale e l'Impresa dovrà rimuovere o scarificare e ritrattare l'intero spessore dello strato per il tratto che sarà indicato dalla D.L.

**Massa volumica del secco**

La massa volumica del secco in sito (B.U.CNR22) a costipamento ultimato dovrà essere maggiore o uguale al 98% di quella secca di riferimento corrispondente alla miscela di progetto almeno per il 95% dei casi, e al 95% nel 100% dei casi.

**Entità dei vuoti delle miscele.**

I vuoti delle miscele stese e costipate non dovranno essere superiori al 15%; essi, su istruzione della D.L., saranno misurati per mezzo di un picnometro ad aria.

**Controllo del dosaggio**

Il controllo del dosaggio di calce in cantiere sarà eseguito pesando la calce distribuita su una superficie nota. La variazione, rispetto al dosaggio prescritto, non dovrà eccedere il  $\pm 10\%$ . Tratti ove vengano riscontrati dosaggi inferiori o superiori ai limiti predetti dovranno essere rimossi e portati a rifiuto, a cura e spese dell'Impresa.

**Profondità di mescolazione**

In cantiere sarà controllata la profondità effettiva di mescolazione delle macchine disponibili, secondo le istruzioni della D.L.

**Qualità della miscelazione**

Il controllo della qualità della miscelazione sarà fatto visivamente, osservando la omogeneità del colore della miscela, e l'assenza di strisce di calce non amalgamata al terreno.

Su istruzione della D.L., potranno essere eseguiti controlli chimici su campioni di miscela prelevati in sito per determinare il dosaggio della calce e dunque la omogenea distribuzione di questa.

**Resistenze meccaniche**

La resistenza meccanica a compressione a 7 giorni di stagionatura sarà controllata su provini confezionati in maniera identica a quelli preparati in laboratorio, prelevando la miscela durante la stesa e prima del costipamento. La resistenza di ogni provino non dovrà essere inferiore al 75% di quella di progetto. La Direzione dei lavori potrà inoltre chiedere controlli mediante prove CBR da eseguire in modo identico a quello adottato nel corso delle prove di progettazione della miscela. Se si verificassero valori inferiori a quelli prescritti, il tratto corrispondente dovrà essere rimosso e allontanato, o eventualmente scarificato e ritrattato in modo da raggiungere i lavori richiesti.

**Modulo di deformazione**

Ad intervalli regolari su punti indicati dalla Direzione dei lavori, sarà misurato il modulo di deformazione con piastra dello strato stabilizzato, secondo la norma B.U.CNR 9; il valore misurato sarà riferito a quelli determinati sul tratto di prova ad uguale periodo di maturazione. Il valore del modulo di deformazione a 7 giorni di stagionatura non dovrà comunque mai essere inferiore a 1000 kg/m<sup>2</sup>. I controlli della densità secca e delle resistenze meccaniche saranno eseguiti almeno ogni 2000 m<sup>2</sup> di miscela messa in opera; i controlli delle altre grandezze dovranno essere eseguiti, secondo ordini di servizio della Direzione dei lavori. Inoltre, dopo 30 giorni di

stagionatura si provvederà, dopo abbondante bagnatura, a far transitare su tutta la superficie dello strato un camion a due assi, con carico sull'asse posteriore pari a 15 tonnellate, e pressione di gonfiaggio di 7 Kg/m<sup>2</sup>. L'entità del carico sarà verificata mediante bollette di pesatura in una pesa pubblica. Il camion dovrà muoversi, senza soste, ad una velocità compresa tra i 7 e i 10 km/ora. La bagnatura dovrà essere eseguita la sera precedente e la prova dovrà essere effettuata al mattino entro le ore 9. Al termine della prova lo strato non dovrà presentare ormaie o altri ammaloramenti visibili.

### **30. RILEVATI ESEGUITI IN TERRE RINFORZATE**

Per la formazione di questi rilevati, oltre a rispettare tutte le indicazioni di cui all'articolo relativo ai rilevati in genere, occorre attenersi scrupolosamente alle indicazioni riportate nella relazione tecnica e nelle eventuali prescrizioni di cui all'approvazione rilasciata dall'autorità competente in materia di impianti di discarica.

In particolare occorrerà impiegare terreno di tipo misto granulare (gruppi A1a, A1b, A3, A24, A2-5), con dimensione massima dei ciottoli di 5 cm, angolo di attrito interno non minore di 30°. L'Impresa potrà utilizzare il terreno disponibile in loco, eventualmente miscelato ad altre granulometrie in modo da raggiungere i requisiti litologici suddetti, con onere derivante dalla eventuale miscelazione con terreno diverso da quello reperibile in loco completamente a carico dell'appaltatore, sia per quanto riguarda l'approvvigionamento e il trasporto, che la posa in opera.

La geogriglia di rinforzo prestazionalmente dovrà essere tale da:

presentare un valore dell'allungamento medio non superiore al 6% determinato in accordo alla Norma EN ISO 10319;

una resistenza alla deformabilità ammissibile dell'opera, stimata al 2 e al 5% di allungamento medio della geogriglia, non inferiore rispettivamente a 17 kN/m e 33 kN/m per geogriglia tipo enkagrid pro 40 o equivalente (resistenza a trazione longitudinale 40 kN/m), e non inferiore rispettivamente a 26 kN/m e 51 kN/m per geogriglia tipo enkagrid pro 60 o equivalente (resistenza a trazione longitudinale 60 kN/m), valori medi determinati in conformità alla Norma EN ISO 10319;

si richiede altresì che ai fini della deformazione ammissibile dell'opera, per una durata di 120 anni, la geogriglia al 5% di deformazione dovrà presentare una resistenza ultima a trazione pari o superiore al 50% della resistenza nominale, pari quindi a 20 kN/m per geogriglia tipo enkagrid pro 40 o equivalente, e a 30 kN/m per geogriglia tipo enkagrid pro 60 o equivalente; tale dato dovrà essere documentato mediante una curva isocrona a 120 anni.

Al fine di favorire la crescita della vegetazione sul paramento frontale la maglia delle geogriglia non dovrà essere inferiore a 11 cm x 3 cm.

La geostuoia di contenimento tridimensionale a bassa infiammabilità in PA6 (certificata da Enti Europei qualificati, tipo l'EMPA svizzero), tipo enkamat 7010 o equivalente, deve essere in grado di fornire un valore del fattore di ritenzione del terreno non inferiore a 1810 m/m<sup>2</sup> (determinato come la lunghezza totale del filamento per unità di area).

Il geocomposito drenante, tipo enkadrain st o equivalente, ha la funzione di realizzare un efficiente sistema di captazione e allontanamento dell'acqua a tergo del manufatto in terra rinforzata. A tale scopo dovrà essere in grado di fornire un valore della trasmissività a 20 kPa, con gradiente idraulico 1, non inferiore a 2,80 l/(s m) e a 50kPa non inferiore a 1,00 l/(s m) con pressione applicata tra una membrana rigida e una flessibile al fine di simulare il comportamento del geocomposito interrato (norma EN ISO 12958 opzione R/F).

Il manufatto sarà costruito sovrapponendo strati di terreno spessi cm. 60, ognuno dei quali sarà delimitato alla base e sul fronte da livelli di geogriglia.

Ogni strato di rinforzo dovrà essere risvoltato superiormente di almeno 2,00 m in prossimità del paramento, per evitarne lo sfilamento.

La geogriglia andrà installata in modo che la direzione di produzione risulti perpendicolare alla linea di sviluppo della facciata; ogni livello di griglia, compresi la zona frontale ed il risvolto, sarà privo di tagli e discontinuità. Le sovrapposizioni di griglia saranno consentite solo lateralmente, per almeno 25 cm.

La geostuoia verrà interposta tra la geogriglia ed il terreno, evitando il dilavamento superficiale sul terreno di riempimento e favorendo la crescita della vegetazione sul paramento esterno.

Ogni livello di terreno sarà realizzato per sovrapposizione di strati a spessore non maggiore di 35 cm che saranno poi compattati con appositi macchinari in modo da ottenere una densità non inferiore al 95% dello Standard Proctor.

La realizzazione dell'opera avverrà dopo aver preparato il piano di posa tramite rullatura e livellazione, in modo da garantire una buona planarità del paramento di fronte; il fronte della terra rinforzata sarà inclinato di circa 65° sull'orizzontale, e per impostare tale geometria l'Impresa esecutrice utilizzerà casseri a perdere quali reti metalliche elettrosaldate piegate all'inclinazione prevista.

---

Sarà effettuata una semina su tutto il paramento, con miscela di sementi e additivi ottimizzata sulla base delle condizioni climatiche e di esposizione del pendio.

Prima della messa in opera e per ogni partita di materiale ricevuta in cantiere, l'Appaltatore dovrà consegnare alla D.L. il relativo certificato di collaudo e garanzia rilasciato in originale, in cui specifica il nome del prodotto, la Ditta produttrice, le quantità fornite e la destinazione. Tale Ditta produttrice dovrà inoltre essere in certificazione di sistema qualità in conformità alle normative in vigore, ISO-EN 9001:2000; in assenza di ciò, la D.L. darà disposizioni circa il prelievo di campioni per verificare il rispetto delle normative enunciate.

### **31. RILEVATI E RINTERRI ADDOSSATI ALLE MURATURE E RIEMPIMENTI CON PIETRAMME**

Per rilevati e rinterri da addossarsi alle murature dei manufatti o di altre opere qualsiasi, si dovranno sempre impiegare materie sciolte, a matrice silicea o calcarea a seconda delle indicazioni della Direzione dei lavori, restando vietato in modo assoluto l'impiego di quelle argillose ed in generale di tutte quelle che con l'assorbimento di acqua si rammolliscono e si gonfiano, generando spinte.

Nella formazione dei suddetti rilevati, rinterri e riempimenti, dovrà essere usata ogni diligenza perché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di eguale altezza da tutte le parti, disponendo contemporaneamente le materie ben sminuzzate con la maggior regolarità e precauzione, in modo da caricare uniformemente le murature su tutti i lati e da evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico male distribuito.

Le materie trasportate in rilevato o rinterro con vagoni o carrelli non potranno essere scaricate direttamente contro le murature, ma dovranno depositarsi in vicinanza dell'opera per essere riprese poi e trasportate con carriole, barelle ed altro mezzo, purché a mano, al momento della formazione dei suddetti rinterri.

Per tali movimenti di materie dovrà sempre provvedersi alla pilonatura delle materie stesse, da farsi per quella lunghezza e secondo le prescrizioni che verranno indicate dalla D.L.

È vietato addossare terrapieni a murature di fresca costruzione.

Tutte le riparazioni o ricostruzioni che si rendessero necessarie per la mancata od imperfetta osservanza delle prescrizioni del presente articolo, saranno a tutto carico dell'Impresa.

### **32. DIAFRAMMATURE PLASTICHE PERIMETRALI**

La realizzazione di diaframature plastiche perimetrali, finalizzate al confinamento di strati ipogei, sarà eseguita con l'uso di miscele autoindurenti con premiscelato tipo TIWODUR, SOLIDUR o equivalente, con escavatore munito di benna mordente comandata ad asta o a fune libera, macchina operatrice preferibilmente con peso complessivo non superiore alle 18 tons, minima altezza di lavoro di 3,5 metri e benna mordente delle dimensioni di 0,3 x 2,0 metri. Nei tratti con interferenze infrastrutturali la lavorazione avverrà con l'ausilio di tubazioni tub-fix con manchettes.

Il diaframma dovrà essere realizzato in terreni di qualsiasi natura e consistenza, anche in presenza di acqua di falda, da eseguirsi con l'impiego di attrezzature speciali in grado di operare in piste con larghezze comprese tra i 3,00 - 4,00 ml, di portanza bassa e tali da permettere la piena funzionalità anche in zone limitate nell'altezza da ostacoli aerei quali elettrodotti o viadotti e di operare nelle vicinanze di stabili anche di vecchia data "in assenza di vibrazioni" o dove per motivi d'ingombro e di sicurezza non è fattibile operare con le tradizionali attrezzature da diaframmi.

La dimensione della benna mordente definirà la dimensione nominale del pannello da scavare, escludendo così lo scavo di pannelli multipli. Lo scavo dovrà essere realizzato in presenza della stessa miscela plastica. Le benne mordenti utilizzate possono essere a funzionamento idraulico o meccanico, manovrate mediante fune libera o tramite aste di guida tipo Kelly. Le attrezzature Kelly potranno essere indifferentemente del tipo monoblocco o telescopico ma, in ogni caso, i dispositivi di battuta devono essere tali da evitare rotazioni relative tra le varie aste. L'ancoraggio dei Kelly sull'escavatore deve essere realizzato in modo da ridurre gli effetti di beccheggio dell'attrezzatura, conseguenti alla variazione di baricentro durante le manovre di scavo.

Le lunghezze dei singoli elementi di scavo (pannelli) saranno proposte dall'Impresa in funzione delle esigenze costruttive dell'opera, della natura del terreno, della profondità di scavo, della sicurezza delle opere adiacenti, e tenendo conto delle dimensioni caratteristiche degli attrezzi di scavo ma non potranno superare i 2,5 metri e dovranno essere preventivamente accettate dalla D.LL. L'Impresa produrrà anche uno specifico piano di lavoro, comprendente al minimo la indicazione della sequenza di scavo e costruzione dei pannelli, la modalità di preparazione e certificazione della miscela, la modalità di getto, la formazione dei giunti tra singoli pannelli, il controllo finale dell'opera, che verrà sottoposto alla preventiva accettazione da parte della D.LL.

Per la corretta realizzazione del diaframma è prevista l'esecuzione di cordolo guida per benna mordente, composto da coppia di cordoli in calcestruzzo armato allineati in profilo e in pianta per la corretta guida della benna mordente, secondo le specifiche esigenze statiche e costruttive.

Profondità e spessore dei cordoli sono da stabilirsi in base alle necessità accertate in cantiere in funzione della apparecchiatura utilizzata, su disegno elaborato dall'Impresa esecutrice in fase costruttiva a firma di tecnico abilitato

e preventivamente approvato dalla D.LL..

La realizzazione del cordolo comprenderà scavo della trincea con deposito laterale del terreno, getto ed armatura del calcestruzzo ed eventuali lavori di cassetatura, eventuali rinforzi, riempimento e costipamento della trincea fra i cordoli, rettifica di spigoli e dislivelli nella formazione del cordolo, demolizione del cordolo guida realizzato al termine delle operazioni di costruzione del diaframma, carico e smaltimento del terreno di risulta, eventuali lavori di aggettamento.

Tra le attività di realizzazione del diaframma è compresa la predisposizione delle aree di rimessaggio e manutenzione (l'impianto e lo spianto delle aree di rimessaggio e manutenzione, la sorveglianza dei mezzi e delle apparecchiature, l'approntamento delle piste di cantiere e la movimentazione delle apparecchiature, la formazione di piazzole di stazionamento, lo smaltimento dei rifiuti prodotti, lo spianto delle aree ed il ripristino dello stato originale dei luoghi, il carburante, i lubrificanti ed ogni onere accessorio utile al corretto posizionamento/funzionamento dei macchinari e delle apparecchiature), il trasporto dalla sede al cantiere e trasferta dei macchinari utili alla realizzazione della diaframmatura perimetrale (compreso eventuali pratiche autorizzative e costi relativi a trasporti eccezionali).

Per tutta la durata del lavoro sarà presente in cantiere un laboratorio attrezzato per effettuare i test a breve sulle miscele plastiche autoindurenti. In particolare il laboratorio dovrà essere normalmente dotato di:

- Cronometro
- Cono di Marsh;
- Cilindro graduato;
- Bilancia Barroid;
- Stampi in acciaio inox riutilizzabili per provini cilindrici per il campionamento della miscela plastica da inviare a laboratorio;
- Vasca di stagionatura provini.

L'impianto di produzione della miscela dovrà avere una capacità nominale adeguata, stimata nel progetto non inferiore a 25 m<sup>3</sup>/h con rapporto acqua/polvere 1,00 (con peso specifico max circa 1,6 ton/mc).

L'impianto di confezionamento delle miscele plastiche sarà composto da un gruppo centralizzato munito di pesa e contalitri, per la dosatura e miscelazione dei componenti, da un mescolatore ad alta turbolenza.

Esso comprenderà:

- un silos o più della capacità minima di ton 90 cadauno o sistemi equivalenti di stoccaggio del prodotto premiscelato;
- vasche o serbatoi metallici quali contenitori di riserva acqua necessaria alla produzione giornaliera delle miscele plastiche;
- pompe e/o veicoli per il trasferimento delle miscele plastiche dall'impianto di miscelazione agli scavi dei diaframmi.

Le caratteristiche fisico-meccaniche della miscela plastica utilizzata devono essere tali da rispettare i seguenti requisiti:

- Densità della sospensione non inferiore a 1,30 g/cm<sup>3</sup>
- Tempo Marsh (s/dm<sup>3</sup>) non inferiore a 34 s
- Decantazione dopo 2 ore (% in volume) non superiore a 2%
- Permeabilità dopo 90 gg non superiore a 2E-11 m/s

Durante la perforazione il livello della miscela dovrà costantemente essere mantenuto in prossimità del piano di lavoro ed in nessun caso dovrà scendere fino a ridurre il franco rispetto alla massima quota piezometrica di falda a valori inferiori a 1,00 m.

In presenza di eventuali sottoservizi che intersechino il tracciato del diaframma andranno adottati particolari accorgimenti volti a consentire il loro successivo ripristino. La sequenza di scavo da utilizzarsi sarà ad elementi alterni eseguiti in fasi successive (pannelli primari e secondari). Lo scavo dei pannelli primari e secondari dovrà essere parzialmente sovrapposto, per assicurare la continuità e la tenuta idraulica del diaframma. La sovrapposizione minima dovrà essere pari a 25 cm. Lo scavo dei pannelli secondari potrà essere eseguito quando la miscela autoindurente presente nei pannelli primari avrà fatto presa.

Al fine di garantire la massima precisione sia nella verticalità dei pannelli che nel tracciamento planimetrico con

referimenti fissi e amovibili si obbliga che gli scavi avvengano all'interno di idonei cordoli guida in c.a. costruiti in opera. Inoltre saranno utilizzati sistemi la cui precisione è commisurata alle profondità dei pannelli ed all'importanza dell'opera, quindi inclinometri biassali da fissare sull'utensile di scavo, in modo da avere il controllo della perforazione a varie profondità. Poiché l'inclinometro non dà indicazioni circa l'eventuale rotazione del pannello, si provvederà, ove richiesto dalla Direzione Lavori, a misure più precise o integrative quali:

- rilievo della geometria del pannello mediante sonda ad ultrasuoni (tipo sistema KODEN);
- rilievo della rotazione mediante controllo della posizione delle funi di sospensione di un "pendolo" di massa un inferiore a 2000 kg. a forma di parallelepipedo a base quadrata, il cui lato è pari allo spessore del pannello meno 5 cm. Sia la sonda che il pendolo saranno fatti discendere in corrispondenza delle estremità del pannello da misurare.

Le misure saranno eseguite in risalita.

Preliminarmente saranno effettuate una serie di prove necessarie per caratterizzare l'idoneo dosaggio e prestazioni

delle miscele di utilizzo. In particolare quelle utili a controllare i valori di:

- densità;
- viscosità;
- resistenza a compressione con riferimento alla norma DIN 18136;
- permeabilità con riferimento alla norma DIN 18130, TI.1 (11/89).

Definita la composizione della miscela da utilizzarsi in cantiere, oltre alle prove sopra richiamate, sono previsti adeguati controlli in sito, nel corso dei lavori, che serviranno a stabilire e determinare le caratteristiche iniziali o, a breve termine, della miscela. Sul cantiere sarà sempre disponibile l'attrezzatura adeguata per il controlli di qualità a breve termine dei fanghi.

Per il controllo delle caratteristiche della miscela componente il diaframma messo in opera si dovrà prelevare 1 campione ogni 300 mq di diaframma realizzato e comunque almeno 1 campione per ogni giorno di lavorazione.

Sui campioni prelevati contestualmente alle fasi di lavorazione, e quindi giornalmente, si effettueranno le seguenti determinazioni:

- peso di volume;
- viscosità Marsh.

Dai campioni prelevati, nella misura di 1 campione ogni 40 mq di microdiaframma messo in opera, dopo 28-56-90 giorni di maturazione, si eseguiranno test di laboratorio per la determinazione dei seguenti valori:

- rottura a compressione: Norma DIN 18136. (1 campione ogni 80 mq);
- permeabilità: Norma DIN 18130 TI.I (11/89) (1 ogni 80 mq).

Giornalmente saranno redatte schede di lavorazione giornaliere nelle quali saranno documentati i mq di diaframma realizzato e le lunghezze in sviluppo orizzontale giornaliere. Sulle schede giornaliere saranno inoltre riportati numero dei campioni prelevati, ora e giorno del prelievo, note sull'andamento dei lavori, eventuali sospensioni dei lavori e relative motivazioni, determinazioni relative a: peso di volume, viscosità Marsh e quant'altro ritenuto opportuno.

Gli sviluppi orizzontali di diaframma realizzati giornalmente dovranno essere visualizzati in planimetria con adeguata

scala e comunque non inferiore ad 1: 500, nella quale siano identificati i metri lineari di opera realizzata in funzione delle progressive del perimetro, riportanti anche le date di esecuzione dei tratti di diaframma, da identificarsi anche con sigle indicanti il giorno di lavorazione.

Quanto richiamato all'interno del presente articolo si intende ad esclusivo carico dell'impresa esecutrice.

### **33. RIVESTIMENTI CON MATERASSI METALLICI A TASCHE**

I materassi metallici, dello spessore e delle dimensioni previsti, saranno costituiti da rete metallica a doppia torsione con maglia esagonale tipo 6x8 in accordo con le UNI-EN 10223-3, tessuta con trafilato di ferro, conforme alle UNI-EN 10223-3 per le caratteristiche meccaniche e UNI-EN 10218 per le tolleranze sui diametri, avente carico di rottura compreso fra 350 e 500 N/mm<sup>2</sup> e allungamento minimo pari al 10%, avente un diametro pari a 2.20 mm interno, galvanizzato con lega eutettica di Zinco - Alluminio (5%) - Cerio - Lantanio conforme alla EN 10244 - Classe A con un quantitativo non inferiore a 230 g/m<sup>2</sup>; ed in accordo con le "Linee Guida per la redazione di Capitolati per l'impiego di rete metallica a doppia torsione" emesse dalla Presidenza del Consiglio Superiore LL.PP., Commissione Relatrice n°16/2006, il 12 maggio 2006.

L'adesione della galvanizzazione al filo dovrà essere tale da garantire che avvolgendo il filo sei volte attorno ad un mandrino avente diametro quattro volte maggiore, il rivestimento non si crepi e non si sfaldi sfregandolo con le dita. La galvanizzazione inoltre dovrà superare un test di invecchiamento accelerato in ambiente contenente anidride solforosa (SO<sub>2</sub>) secondo la normativa UNI EN ISO 6988 (KESTERNICH TEST) per un minimo di 28 cicli.

Oltre a tale trattamento il filo sarà ricoperto da un rivestimento di materiale plastico di colore grigio che dovrà avere uno spessore nominale non inferiore a 0,5 mm, in conformità con le norme UNI-EN 10245-2, portando il diametro esterno ad almeno 3,20 mm.

Gli scatolari metallici saranno assemblati utilizzando sia per le cuciture sia per i tiranti un filo con le stesse caratteristiche di quello usato per la fabbricazione della rete, avente diametro pari a 2.20/3.20 mm e un quantitativo di galvanizzazione sul filo non inferiore a 230 g/m<sup>2</sup>.

Nel caso di utilizzo di punti metallici meccanizzati per le operazioni di legatura, questi saranno con diametro 3.00 mm e carico di rottura minimo pari a 170 Kg/mm<sup>2</sup>.

I divisori intermedi saranno costituiti da diaframmi in rete metallica avente le stesse caratteristiche di quella utilizzata per la fabbricazione degli scatolari.

Prima della messa in opera e per ogni partita ricevuta in cantiere, l'Appaltatore dovrà consegnare alla Direzione Lavori il relativo certificato di collaudo e garanzia rilasciato in originale, in cui specifica il nome del prodotto, la Ditta produttrice, le quantità fornite e la destinazione.

La Direzione Lavori darà disposizioni circa il prelievo di campioni per verificare il rispetto delle normative enunciate. Terminato l'assemblaggio degli scatolari si procederà alla sistemazione meccanica e manuale del ciottolame, che dovrà essere fornito di idonea pezzatura, né friabile né gelivo, di dimensioni tali da non fuoriuscire dalla maglia.

#### **34. GABBIONI**

I gabbioni dovranno avere forma prismatica ed essere costituiti da rete metallica a doppia torsione, a maglia esagonale, tessuta a macchina con trafilato di ferro a forte zincatura, di diametro 2,7 – 3,0 mm di superficie zincata, e devono rispondere alle Norme di cui alla Circolare del Consiglio Superiore dei LL.PP. n. 2078 del 27.08.1962.

La rete costituente gli elementi dovrà avere maglie uniformi, essere esente da strappi ed avere il perimetro rinforzato con filo di diametro maggiorato rispetto a quello della rete stessa, inserito nella trama della rete o ad essa agganciato meccanicamente in modo da impedire lo sfilamento e dare sufficiente garanzia di robustezza. Gli elementi dovranno presentare una perfetta forma geometrica secondo i tipi e le dimensioni scelti dalla Direzione Lavori fra quelli di uso corrente.

Il filo da impiegare nelle cuciture dovrà avere le stesse caratteristiche di quello usato per la fabbricazione della rete e comunque non dovrà avere diametro inferiore a 2,20 mm per i gabbioni.

Le cuciture dovranno essere tali da creare una struttura monolitica e da assicurare la sua massima resistenza in funzione delle caratteristiche delle singole opere. Le cuciture più importanti normalmente dovranno essere effettuate passando un filo continuo dentro ogni maglia e con un doppio giro ogni 25 cm – 30 cm.

Saranno ammessi altri sistemi, purché siano giudicati idonei dalla Direzione Lavori.

Durante il riempimento dovranno essere posti in opera i tiranti, costituiti da un unico spezzone di filo avente le stesse caratteristiche di quello usato per le cuciture, fissato alla rete di pareti adiacenti od opposte dell'elemento.

Il materiale da usarsi per il riempimento dei gabbioni potrà essere costituito da pietrame o ciottoli di composizione compatta, sufficientemente duri, di peso specifico elevato e di natura non geliva, non alterabili dall'azione degli agenti atmosferici e dell'acqua. In ogni caso, il materiale di riempimento dovrà essere ritenuto idoneo dalla Direzione Lavori. Le dimensioni dei ciottoli dovranno essere comprese fra il 100% e il 150% della maggiore dimensione della maglia della rete, salvo diversa prescrizione della Direzione Lavori.

La chiusura degli elementi dovrà essere effettuata mediante cuciture, come indicato in precedenza. Dopo la chiusura degli elementi, la rete delle pareti e del coperchio dovrà risultare ben tesa e con i filoni dei bordi tra di loro a contatto, evitando attorcigliamenti.

#### **35. COSTRUZIONE DI GRATICCIATE E GRADONATE VIVE**

Per graticciata si intende un intreccio di verghe di specie con capacità vegetativa, fissate nel terreno tramite picchetti di legno o di ferro.

Le graticciate saranno formate da paletti di legno (larice, castagno, ecc) di diametro pari a 3÷10 cm o di ferro (diametro pari a 12÷14 mm), di lunghezza 80 ÷100 cm infissi nel terreno lasciando un'altezza fuori terra di 15÷30 cm alla distanza di 1÷3 m uno dall'altro, intervallati ogni 30 cm da paletti o talee vive di 40 ÷ 50 cm, collegati da verghe di salice vivo o altra specie legnosa con capacità di propagazione vegetativa, con l'estremità conficcata nel terreno, di almeno 150 cm di lunghezza, intrecciate sui paletti principali e secondari e legate con fil di ferro per un'altezza di 15÷25 cm fuori terra ed una parte interrata di almeno 10 cm (l'infossamento ed il contatto con il

terreno consentono il migliore attecchimento radicazione delle piante). La messa in opera potrà avvenire solo durante il periodo di riposo vegetativo.

Per gradonata si intende un'opera realizzata nelle seguenti modalità:

- apertura di banchine della profondità minima di 50 cm, con contropendenza del 10%, ad interasse di 1,5-3 m;
- messa a dimora di talee appartenenti a specie arbustive o arboree ad elevata capacità vegetativa, interrato per circa 3/4 della loro lunghezza, con una densità di almeno 10 talee per metro di sistemazione;
- in alternativa, messa a dimora di piantine di essenze consolidanti indicate nel c.s.a. fino a 2 anni;
- successivo riempimento con il materiale di scavo proveniente dalla banchina superiore.

Saranno collocate almeno 5 piante per metro, effettuata la concimazione organica, pacciamatura, innaffiatura di soccorso, ricolmatura con compressione del terreno adiacente alle radici e collocamento di tutore.

### **36. SEMINAGIONI E PIANTAGIONI IN GENERALE**

I prezzi in elenco per le opere compiute comprendono la fornitura dei materiali e degli elementi vegetativi di ottima qualità e la prestazione dello specialista e suo aiutante, per la fornitura e posa a regola d'arte delle varie opere previste.

L'appaltatore deve dare inizio ad esecuzione di ordini e disposizioni impartiti dalla Direzione dei Lavori, attenendosi rigorosamente a quanto ordinato, con divieto di introdurre varianti e modifiche, che non saranno tollerate o riconosciute.

Nell'esecuzione dei lavori devono essere adottati i procedimenti e le cautele nel rispetto delle norme antinfortunistiche di legge; l'Imprenditore edile assume le responsabilità conseguenti, rimanendo indenne il committente da ogni e qualsiasi responsabilità ed onere.

Ove già esistesse in posto terra di coltura ritenuta idonea, la stessa, prima di essere utilizzata, deve essere mondata da ogni sorta di detriti, spurgata e convenientemente smossa, rivoltata e lavorata.

Solo dopo la completa sistemazione del terreno su tutta l'area si dovrà procedere alla esecuzione delle buche ed alla successiva posa di piantagioni e piantumazioni.

La posa delle piante deve essere fatta nella esatta posizione prescritta, sottoponendo le radici ad una opportuna preparazione ed assestando adeguatamente la terra attorno e sopra il pane radicale, previa adeguata concimazione sul fondo scavo con concime animale (stallatico). Ove necessario e richiesto, si deve provvedere all'infissione del palo tutore e dei paletti con le dovute assicurazioni e tenditori ed infine all'innaffiamento secondo l'andamento stagionale.

Per le seminagioni sulle falde dei rilevati si impiegheranno, secondo la diversa natura del fondo e le istruzioni date dalla D.L., semi di specie erbacee.

Quando la seminazione si dovesse fare contemporaneamente alla formazione delle scarpate, si spargerà la semente prima che lo strato superiore di terra vegetale abbia raggiunto la prescritta altezza. Nei casi in cui il terreno fosse già consolidato, andranno effettuati appositi interventi idonei all'attecchimento delle sementi collocate.

L'Impresa dovrà riseminare a sue spese le parti ove l'erba non avesse germogliato.

Dopo la semina dovranno essere eseguite quelle varie opere di rifinitura, quali sistemazione del drenaggio e dello scolo delle acque, regolarizzazione delle pendenze, eliminazione di parti eccedenti previa esecuzione di eventuali cordature di contenimento.

Tutte le opere sopradescritte si computano nelle loro dimensioni effettive a metro quadrato, metro lineare, a numero od a peso.

### **37. STRUTTURE DI FONDAZIONE.**

Fondazioni continue in pietrame o in calcestruzzo

Se il terreno compatto ed idoneo alla fondazione si trova a profondità non superiore a m 1, generalmente si procede con una gettata di calcestruzzo di calce idraulica o di cemento, oppure con murature di pietrame e malta di calce idraulica o di cemento, oppure con muratura di pietrame e malta di calce idraulica.

Le gettate di calcestruzzo se fatte a mano, con smalto appena umido, si devono eseguire stendendo lo smalto a strati ben orizzontali e di spessore di circa 10-12 cm, sottoponendo ciascuno strato dopo lo spianamento ad una accuratissima pigiatura in modo da far emergere alla superficie il latte della calce o del cemento, assicurandosi che

non risultino più degli interstizi vuoti e tutte le particelle vadano ad assestarsi; in egual modo di dovrebbe procedere per le gettate con l'autobetoniera.

La dosatura per gli smalti di fondazione varierà dai 200 ai 250 kg di agglomerato per m<sup>3</sup>. Lo smalto, pur non volendolo troppo asciutto, non deve essere neppure troppo umido, per evitare il formarsi delle sacche d'acqua che, prosciugandosi, diventano camere vuote.

Se si deve sospendere o interrompere il getto anche per un breve periodo di tempo, prima di riprendere la gettata o si inumidisce maggiormente lo strato superiore, oppure si bagna lo strato inferiore con latte di calce o cemento, conformemente alla qualità del legante impiegato.

Fondazioni a plinto

Per allargare la base d'appoggio su terreno poco resistente, al posto di approfondire lo scavo, lo si allarga a forma di piastra su plinti isolati disposti in corrispondenza dei fulcri portanti.

Ciascun plinto deve avere una superficie tale da corrispondere alla capacità di resistenza del terreno in relazione al carico gravante.

Fondazioni a platea

Per allargare la base d'appoggio su terreno poco resistente o nelle costruzioni antisismiche, al posto di approfondire lo scavo, lo si allarga a forma di piastra anche continua. In genere la platea occupa tutta la superficie fabbricata e funziona come una piastra in cemento armato: oltre a distribuire il carico sopra una grande superficie di terreno in modo da gravitarlo unitariamente in misura limitata, si ottiene che la intera struttura sia solidale nelle pareti e nell'insieme con il fondo.

### **38. MALTE E CONGLOMERATI CEMENTIZI**

I quantitativi dei diversi materiali da impiegare per la composizione delle malte e dei conglomerati, dovranno essere conformi alle normative in materia.

Quando la direzione dei lavori ritenesse di variare le proporzioni indicate e ordinate l'appaltatore sarà obbligato ad uniformarsi alle prescrizioni della medesima, salvo le conseguenti variazioni di prezzo in base alle nuove proporzioni previste. I materiali, le malte ed i conglomerati, esclusi quelli forniti in sacchi di peso determinato, dovranno ad ogni impasto essere misurati.

L'impasto dei materiali dovrà essere fatto a mezzo di macchine impastatrici o mescolatrice. I materiali componenti le malte cementizie saranno prima mescolati a secco, fino ad ottenere un miscuglio di tinta uniforme, il quale verrà poi asperso ripetutamente con la minore quantità di acqua possibile, ma sufficiente, rimescolando continuamente.

Per i conglomerati cementizi semplici od armati gli impasti dovranno essere eseguiti in conformità alle prescrizioni contenute nel D.M. dalla vigente normativa

Gli impasti, sia di malta che di conglomerato, dovranno essere preparati soltanto nella quantità necessaria, per l'impiego immediato, cioè dovranno essere preparati volta per volta e per quanto possibile in vicinanza del lavoro. I residui d'impasto che non avessero, per qualsiasi ragione, immediato impiego dovranno essere gettati a rifiuto, ad eccezione di quelli formati in calce comune, che potranno essere utilizzati però nella sola stessa giornata del loro confezionamento. Il conglomerato da impiegarsi per qualsiasi lavoro sarà messo in opera appena confezionato e disposto a strati orizzontali, su tutta la estensione della parte di opera che si esegue ad un tempo, ben battuto e costipato, in modo che non resti alcun vano nello spazio che deve contenerlo e nella sua massa.

### **39. OPERE E STRUTTURE DI CALCESTRUZZO**

Impasti di conglomerato cementizio

Gli impasti di conglomerato cementizio dovranno essere eseguiti in conformità con quanto previsto dal D.M. 14 gennaio 2008.

La distribuzione granulometrica degli inerti, il tipo di cemento e la consistenza dell'impasto devono essere adeguati alla particolare destinazione del getto ed al procedimento di posa in opera del conglomerato.

Il quantitativo d'acqua deve essere il minimo necessario a consentire una buona lavorabilità del conglomerato, tenendo conto anche dell'acqua contenuta negli inerti.

Partendo dagli elementi già fissati, il rapporto acqua-cemento (e quindi il dosaggio del cemento) dovrà essere scelto in relazione alla resistenza richiesta per il conglomerato.

L'impiego degli additivi dovrà essere subordinato all'accertamento dell'assenza di ogni pericolo di aggressività.

L'impasto deve essere fatto con mezzi idonei ed il dosaggio dei componenti eseguito con modalità atte a garantire la costanza del proporzionamento previsto in sede di progetto.

Per i calcestruzzi preconfezionati, si fa riferimento alla norma UNI en 206-1; essa precisa le condizioni per l'ordinazione, la confezione, il trasporto e la consegna. Fissa inoltre le caratteristiche del prodotto soggetto a garanzia da parte del produttore e le prove atte a verificarne la conformità.

Si rimanda agli elaborati esecutivi specifici delle opere da eseguire per la descrizione dettagliata della classe di resistenza e di esposizione e di consistenza da garantire per lo specifico manufatto

Controlli sul conglomerato cementizio

Per i controlli sul conglomerato ci si atterrà a quanto previsto dal D.M. 14 gennaio 2008.

Il conglomerato viene individuato tramite la resistenza caratteristica a compressione secondo quanto specificato nel suddetto D.M. 14/01/2008..

La resistenza caratteristica del conglomerato dovrà essere non inferiore a quella richiesta dal progetto.

Il controllo di qualità del conglomerato si articola nelle seguenti fasi: studio preliminare di qualificazione, controllo di accettazione e prove complementari (vedere par. 4, 5 e 6 dell'All. 2).

I prelievi dei campioni necessari per i controlli delle fasi suddette avverranno al momento della posa in opera dei casseri, secondo le modalità previste nel par. 3 del succitato All. 2.

Norme di esecuzione per il cemento armato normale

Nell'esecuzione delle opere di cemento armato normale l'Appaltatore dovrà attenersi alle norme contenute nella L. 5 novembre 1971, n. 1086 e nelle relative norme tecniche del D.M. 14 gennaio 2008. In particolare:

I getti dovranno essere iniziati solo dopo che la D.L. abbia verificato gli scavi, le casseforme e i ferri di armatura.

Il conglomerato cementizio dovrà essere posto in opera ed assestato con ogni cura in modo che le superfici dei getti dopo la sformatura dovranno risultare perfettamente piane, senza gibbosità, incavi, cavernosità, sbavature od irregolarità di sorta, tali da non richiedere alcun tipo di intonaco, ne' tanto meno spianamenti o rinzaffi.

La manipolazione del calcestruzzo e della malta si eseguirà con apposite betoniere.

Gli impasti devono essere preparati e trasportati in modo da escludere pericoli di segregazione dei componenti o di prematuro inizio della presa al momento del getto.

Il getto deve essere convenientemente compatto; la superficie dei getti deve essere mantenuta umida per almeno tre giorni. Non si deve mettere in opera il conglomerato a temperature minori di 0°C, salvo il ricorso ad opportune cautele;

Il calcestruzzo sarà disteso regolarmente senza che restino vani e sarà perciò versato a strati di 20÷30 cm costipandolo mediante battitura o vibratura, in modo che la boiaccia abbia a rifluire dall'impasto per qualche centimetro per ogni strato.

In caso di manufatti per cui la D.L. autorizzi l'esecuzione del getto anche non in continuo venendo a cessare il lavoro, sia per il riposo degli operai, sia per altra causa, prima dell'interruzione dovrà essere posto regolarmente in opera tutto il calcestruzzo preparato che, altrimenti, non dovrà essere impiegato alla ripresa dei lavori.

Quando il calcestruzzo sia da collocare in opera entro cavi molto stretti esso dovrà essere calato mediante secchi a ribaltamento. Solo nel caso di scavi molto larghi, la D.L. potrà consentire che il calcestruzzo venga gettato liberamente.

Il calcestruzzo per fondazione di manufatti e platee verrà disteso sul fondo dello scavo, previamente regolarizzato, e se in terra sciolta, battuto a strati dello spessore prescritto, compressi fortemente con appositi battitoi.

Qualora il calcestruzzo sia confezionato fuori opera il trasporto del conglomerato a piè d'opera dovrà essere effettuato con mezzi idonei ad evitare la separazione dei singoli elementi costituenti l'impasto.

Il tempo intercorso tra l'inizio delle operazioni d'impasto ed il termine dello scarico in opera non dovrà comunque causare un aumento di consistenza superiore di 5 cm alla prova del cono. Sarà assolutamente vietato aggiungere acqua agli impasti dopo lo scarico della betoniera.

Ogni carico di calcestruzzo dovrà essere accompagnato da una bolla compilata dalla centrale in cui siano indicati oltre alle caratteristiche del calcestruzzo l'ora del carico il suo volume e il peso totale.

Le giunzioni delle barre in zona tesa, quando non siano evitabili, si devono realizzare possibilmente nelle regioni di minor sollecitazione, in ogni caso devono essere opportunamente sfalsate.

Le giunzioni di cui sopra possono effettuarsi mediante:

- saldature eseguite in conformità delle norme in vigore sulle saldature;
- manicotto filettato;
- sovrapposizione calcolata in modo da assicurare l'ancoraggio di ciascuna barra.

In ogni caso la lunghezza della sovrapposizione in retto deve essere non minore di 20 volte il diametro e la prosecuzione di ciascuna barra deve essere deviata verso la zona compressa. La distanza mutua (interfero) nella sovrapposizione non deve superare di 6 volte il diametro.

Le barre piegate devono presentare, nelle piegature, un raccordo circolare di raggio non minore di 6 volte il diametro. Gli ancoraggi devono rispondere a quanto prescritto dal D.M. 14 gennaio 2008. Per barre di acciaio incrudito a freddo le piegature non possono essere effettuate a caldo.

La superficie dell'armatura resistente deve distare dalle facce esterne del conglomerato di almeno 0,8 cm nel caso di solette, setti e pareti e di almeno 2 cm nel caso di travi e pilastri.

Tali misure devono essere aumentate e al massimo rispettivamente portate a 2 cm per le solette ed a 4 per le travi ed i pilastri, in presenza di salsedine marina ed altri agenti aggressivi. Copriferrì maggiori richiedono opportuni provvedimenti intesi ad evitare il distacco (per esempio reti).

Le superfici delle barre devono essere mutuamente distanziate in ogni direzione di almeno una volta il diametro delle barre medesime e, in ogni caso, a non meno di 2 cm. Si potrà derogare a quanto sopra raggruppando le barre a coppie ed aumentando la mutua distanza minima tra le coppie ad almeno 4 cm.

Per le barre di sezione non circolare si deve considerare il diametro del cerchio circoscritto.

Il disarmo deve avvenire per gradi ed in modo da evitare azioni dinamiche. Esso non deve inoltre avvenire prima che la resistenza del conglomerato abbia raggiunto il valore necessario in relazione all'impiego della struttura all'atto del disarmo, tenendo anche conto delle altre esigenze progettuali e costruttive; la decisione è lasciata al giudizio del Direttore dei lavori.

Responsabilità per le opere di calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso

Nell'esecuzione delle opere in cemento armato e precompresso l'Appaltatore dovrà attenersi strettamente a tutte le disposizioni contenute nella L. 5 novembre 1971, n. 1086 e nelle relative norme tecniche vigenti.

Nelle zone sismiche valgono le norme tecniche emanate in forza della L. 2 febbraio 1974, n. 64 e dal D.M. 14 gennaio 2008.

Si fa inoltre riferimento alla Legge Regionale Emilia Romagna 19/2008 e alle successive delibere di attuazione.

Tutti i lavori di cemento armato facenti parte dell'opera appaltata saranno eseguiti in base ai calcoli di stabilità accompagnati da disegni esecutivi e da una relazione, che dovranno essere redatti e firmati da un tecnico abilitato iscritto all'albo professionale e che l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione dei lavori entro il termine che gli verrà prescritto, attenendosi agli schemi e ai disegni facenti parte del progetto ed allegati al contratto o alle norme che gli verranno impartite, a sua richiesta, all'atto della consegna dei lavori.

I calcoli ed i disegni dovranno essere di facile interpretazione e controllo e dovranno definire, in ogni possibile particolare, tutte le strutture da portare in esecuzione.

Il progetto sarà redatto e firmato, a norma dell'art. 2 della legge 1086 citata, da un ingegnere o architetto, o geometra, o perito industriale edile, iscritti nel relativo Albo, nei limiti delle rispettive competenze; il progetto dovrà altresì essere firmato anche dall'Appaltatore.

L'esame e la verifica da parte della Direzione dei lavori dei progetti delle varie strutture in cemento armato non esonera in alcun modo l'Appaltatore e il progettista delle strutture dalle responsabilità loro derivanti per legge e per le precise pattuizioni del contratto.

L'esame o verifica da parte della Direzione Lavori dei calcoli e degli esecutivi presentati non esonera in alcun modo l'Appaltatore dalle responsabilità ad esso derivanti per legge e per precisa pattuizione di contratto, restando espressamente stabilito che, malgrado i controlli di ogni genere eseguiti dalla Direzione Lavori, l'Appaltatore rimarrà unico e completo responsabile delle opere eseguite. Pertanto lo stesso dovrà rispondere degli inconvenienti che dovessero verificarsi, di qualunque natura ed entità essi potessero risultare e qualunque conseguenza o danno dovessero apportare.

Qualora il progetto esecutivo, con i relativi calcoli, fosse già stato redatto a cura dell'Amministrazione, l'Appaltatore dovrà sottoporlo all'esame, verifica e firma di un tecnico di propria fiducia, espressamente incaricato, che a tutti gli effetti assumerà la figura del progettista di cui al precedente punto A.2.

Del pari il progetto sarà controfirmato dall'Appaltatore, assumendo tale firma il significato di accettazione degli esecutivi e calcoli presi in esame nonché di assunzione delle responsabilità di cui ai precedenti capoversi del presente punto.

Le opere di che trattasi dovranno essere denunciate dall'Appaltatore prima del loro inizio agli uffici comunali competenti, ai sensi della vigente normativa

Nella denuncia dovranno essere indicati: nominativo dell'Amministrazione appaltante e relativo Direttore dei Lavori; nominativo e recapito del progettista delle strutture, del direttore delle stesse, nonché dello stesso Appaltatore.

Alla denuncia dovranno essere allegati:

il progetto dell'opera, in duplice copia dal quale risultino in modo chiaro ed esauriente i calcoli eseguiti, l'ubicazione, il tipo, le dimensioni delle strutture e quanto altro occorrerà per definire l'opera sia nei riguardi dell'esecuzione, sia nei riguardi della conoscenza delle condizioni di sollecitazione;

una relazione illustrativa, in duplice copia, dalla quale risultino le caratteristiche, le qualità e le dosature dei materiali che verranno impiegati nella costruzione.

L'ufficio competente restituirà all'Appaltatore, all'atto stesso della presentazione, una copia del progetto e della relazione con l'attestazione dell'avvenuto deposito; avuti tali documenti, l'Appaltatore dovrà depositarli, in originale od in copia autentica, presso l'ufficio istituito in cantiere dalla Direzione Lavori.

Anche le varianti che nel corso dei lavori si dovessero introdurre nelle opere nel progetto originario, dovranno essere denunciate con la stessa procedura fin qui descritta.

Nel cantiere, dal giorno di inizio delle opere in cemento armato, fino a quello di ultimazione, dovranno essere conservati gli atti di progetto di cui sopra, nonché un apposito Giornale dei lavori; il Direttore delle opere sarà anche tenuto a visitare periodicamente, ed in particolare nelle fasi più importanti dell'esecuzione, detto giornale, annotando le date delle forniture ed i tipi di cemento, la composizione dei conglomerati, il tipo e le partite di acciaio, la data dei getti e dei disarmi, le prove sui materiali, le prove di carico ed ogni altra operazione degna di nota.

A strutture ultimate il Direttore delle opere, entro il termine di 60 giorni, depositerà agli uffici territoriali competenti una relazione, in duplice copia, esponendo:

i certificati delle prove sui materiali impiegati emessi da laboratori ufficiali;

per le opere in precompresso ogni indicazione inerente alla tesatura dei cavi ed ai sistemi di messa in coazione;

l'esito delle eventuali prove di carico, allegando le copie dei relativi verbali, firmate per copia conforme.

A deposito avvenuto, una copia della relazione con relativa attestazione sarà restituita al Direttore delle opere che provvederà a consegnarla al collaudatore delle strutture, unitamente agli atti di progetto. Tutte le opere in conglomerato cementizio armato dovranno essere sottoposte a collaudo statico. Il collaudo dovrà essere eseguito da un ingegnere o da un architetto, iscritto all'albo da almeno 10 anni, che non sia intervenuto in alcun modo nella progettazione, direzione ed esecuzione delle opere. La nomina del collaudatore spetterà all'Amministrazione, la quale preciserà altresì i termini di tempo entro i quali dovranno essere completate le operazioni di collaudo.

Il collaudatore redigerà due copie del certificato di collaudo e le trasmetterà all'ufficio comunale competente, che provvederà a restituirne una copia, da consegnare all'Amministrazione, con l'attestato dell'avvenuto deposito.

L'Appaltatore sarà altresì tenuto al pagamento, se non diversamente previsto, e senza diritto a rivalsa, delle competenze professionali spettanti al collaudatore, previa liquidazione della parcella da parte del relativo Ordine.

Gli oneri e le spese di tutte le suddette operazioni saranno a carico dell'Impresa.

L'Appaltatore dovrà inoltre curare, a proprie spese, la presentazione all'Ente preposto della documentazione per il rilascio d'uso o di abitabilità.

Confezione e trasporto:

La confezione dei conglomerati dovrà essere eseguita con mezzi meccanici, e la dosatura di tutti i vari componenti la miscela dovrà essere effettuata a peso. Per le opere di minore importanza la D.L. potrà tuttavia consentire, a suo insindacabile giudizio, la dosatura a volume. L'impasto dovrà presentare composizione omogenea ed uniforme in ogni sua parte ed essere dotato di buona lavorabilità così da dare opere finite esenti da vespai o da altri difetti. Qualora la D.L. lo ritenesse necessario, la lavorabilità del calcestruzzo potrà essere migliorata mediante l'uso di opportuni aeranti e fluidificanti il cui tenore in peso non potrà essere comunque superiore al 3% del peso del cemento. Il tipo degli additivi dovrà essere preventivamente approvato dalla D.L. La spesa per questi additivi rimarrà sempre a totale ed esclusivo carico dell'Impresa. La confezione ed il getto del calcestruzzo dovranno essere sospesi nel caso che la temperatura raggiungesse valori inferiori a 0°C salvo diverse disposizioni che la D.L. potesse dare volta per volta, prescrivendo, in tal caso, le norme e gli accorgimenti cautelativi da adottare. In ogni caso è escluso l'uso di anticongelanti per le strutture armate o che comunque contengano o siano a contatto con strutture metalliche.

Il trasporto dei calcestruzzi dagli impianti di confezionamento ai luoghi di impiego dovrà essere effettuato con mezzi idonei al fine di evitare la possibilità di separazione dei singoli componenti o comunque tali da evitare ogni possibilità di deterioramento del calcestruzzo medesimo e, soprattutto, ogni inizio di presa prima della messa in opera. Saranno, per esempio, accettabili, a secondo della lunghezza e della durata del trasporto, le autobetoniere, le benne a scarico di fondo, le pompe, i nastri trasportatori; non potranno essere ammessi agli autocarri a cassone, ribaltabili o non, gli scivoli e le canale.

Posa in opera del calcestruzzo: I getti potranno essere iniziati solo dopo verifica degli scavi, delle armature e delle casseforme da parte della D.L. Verranno eseguiti curando in ogni momento che non si verificano cedimenti nel piano di posa o spostamenti delle armature. Il costipamento verrà attuato mediante vibrazione a strati orizzontali di altezza non superiore ai cm. 50 di calcestruzzo vibrato. Massima cura dovrà osservarsi nelle fasi di ripresa del getto in modo che non risultino discontinuità o differenze nell'aspetto nel calcestruzzo. La ripresa del getto precedente dovrà essere fatta con malta liquida dosata a ql. 6 di cemento per metro cubo di sabbia, previa martellatura della faccia di giunzione. Per la posa in opera di calcestruzzo in acqua si dovranno adottare tutti i dispositivi necessari tendenti ad evitare il più possibile il dilavamento. Qualora si preveda di rivestire il getto con paramenti di pietra, tale rivestimento dovrà procedere contemporaneamente al getto, curandone particolarmente

l'adattamento, così da ottenere un sicuro inglobamento nel getto. Le superfici dei getti, dopo la sformatura, dovranno risultare perfettamente piane senza irregolarità di sorta, e tali comunque da non richiedere alcun tipo di intonaco. In particolare, dovrà notarsi la orizzontalità e la corrispondenza dei giunti delle tavole o dei pannelli metallici nella faccia vista dei muri di sostegno o di altre opere simili. Specialmente nei muri di sostegno dovrà curarsi la ripresa orizzontale dei giunti.

Durante il periodo di stagionatura i getti dovranno essere preservati da possibilità di urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere. L'Impresa dovrà inoltre prendere le precauzioni idonee ad evitare un rapido prosciugamento delle superfici dei getti (in particolare al termine del getto del massetto del pavimento industriale) ed osservare tutte le prescrizioni che proverranno dalla D.L. La D.L. avrà la piena facoltà di prelevare, quando lo ritenga opportuno, campioni di materiale o di conglomerato da sottoporre ad esami e prove di laboratorio. Potranno anche essere prelevati campioni di muratura già stagionata per effettuare su di essi le prove di compressione. Sia per le prove che per i prelievi varranno le "Norme per l'esecuzione delle opere in conglomerato cementizio semplice o armato" di cui al D.M. 09.1.1996 ed eventuali successive modifiche e/o integrazioni. Il numero e la frequenza delle prove verranno stabiliti dalla D.L. secondo l'importanza ed il tipo dei lavori. Almeno un decimo dei campioni prelevati verrà inviato ad un laboratorio ufficiale per eseguire prove di rottura a stagionatura diversa i cui oneri saranno a completo carico dell'impresa.

**Conglomerato cementizio prefabbricato o in opera, per copertine, cantonali, pezzi speciali, parapetti e lavori di finitura:** Per l'esecuzione di opere di completamento della struttura stradale e delle opere d'arte quali: parapetti, copertine di muri di sostegno, d'ala e di recinzione, soglie, cordonate, cantonali, cunette, ecc. verrà prefabbricato o confezionato e posto in opera perfettamente costipato con appositi vibratorii, un conglomerato di idonea qualità (non gelivo).

**Strutture in cemento armato precompresso:** Nell'esecuzione di opere in cemento armato precompresso dovranno essere rispettate sia le prescrizioni contenute nel D.M. "Norme per l'esecuzione dei conglomerati cementizi semplici ed armati", vigente al momento dell'appalto. Tutti i particolari tecnologici, i sistemi ed i procedimenti che l'Impresa intendesse adottare per l'esecuzione delle opere in cemento armato precompresso dovranno essere sottoposti, in modo dettagliato, alla preventiva approvazione della D.L., la quale si riserva ogni facoltà di decidere al riguardo; ciò anche, in particolare, per i tipi delle guaine, i cavi, gli ammorsamenti ed i sistemi di ancoraggio.

Dovrà inoltre osservarsi quanto prescritto dal presente Capitolato Speciale per i calcestruzzi semplici ed armati. Il calcestruzzo impiegato dovrà presentare grande compattezza ed impermeabilità in ogni caso. Particolare cura si dovrà osservare nella preparazione delle armature e casseforme per poter ottenere superfici lisce e regolari e sagome conformi alle misure prescritte. Anche nell'esecuzione dei giunti di dilatazione dovranno essere eseguite tutte le regole, senza trascurare il lato estetico, particolarmente importante in questo genere di lavori.

#### **40. CASSERI, ARMATURE PER OPERE IN CEMENTO ARMATO**

Casseforme per getti di calcestruzzo.

Nella progettazione e nell'esecuzione delle armature e delle centinature l'Impresa è tenuta inoltre a rispettare le norme e le prescrizioni che, eventualmente, venissero impartite dagli Uffici competenti, Enti o persone responsabili.

Per quanto riguarda le casseforme viene prescritto l'uso di casseforme metalliche di dimensioni adatte ed opportunamente irrigidite o controventate, per assicurare l'ottima riuscita delle strutture e delle superfici dei getti.

Solo nel caso di getti in calcestruzzo faccia-vista e per getti di minore importanza, la D.L. può autorizzare l'uso di casseforme in legno; in tale caso però dovranno essere eseguite con tavole piallate e ben accostate, in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature e disuguaglianze sulle facce in vista del getto.

Le superfici in vista dei calcestruzzi dovranno risultare lisce e compatte di getto, omogenee e perfettamente regolari ed esenti anche da macchie chiazze essendo stabilito che sulle murature in calcestruzzo e sui cementi armati dovranno essere fatti intonaci, salvo che per quei casi particolari in cui ciò fosse esplicitamente ordinato dalla D.L..

Nella costruzione sia delle armature che delle centinature l'Impresa è tenuta a prendere gli opportuni accorgimenti affinché in ogni punto della sovrastruttura il disarmo possa venir fatto simultaneamente.

I casseri dovranno essere costruiti in modo che al momento del primo disarmo, rimanendo in posto i necessari puntelli, possano essere rimosse le sponde ed altre parti meno importanti senza recare danno all'opera.

Il disarmo verrà effettuato allorché il conglomerato avrà fatto sufficiente presa; in ogni modo non prima dei termini prescritti dal regolamento in vigore.

L'impresa dovrà avvertire in precedenza la Direzione Lavori indicando le modalità con le quali verrà eseguito il disarmo.

Le eventuali irregolarità o sbavature dovranno essere asportate ed i punti incidentalmente difettosi dovranno essere ripresi accuratamente immediatamente dopo il disarmo con betoncini antiritiro; ciò, qualora tali difetti ed irregolarità siano contenute nei limiti che la D.L., a suo esclusivo giudizio riterrà tollerabili, fermo restando in ogni caso che le suddette ricreazioni ricadranno esclusivamente e totalmente a carico dell'Impresa.

Eventuali ferri di legatura, sporgenti dai getti finiti, dovranno essere tagliati almeno 0,5 cm. sotto la superficie finita, e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con betoncini antiritiro; queste prestazioni non saranno in nessun caso oggetto di compensi a parte.

Gli agenti disarmanti dovranno essere esclusivamente di tipo chimico in modo da non compromettere le successive operazioni di finitura superficiale e di protezione del calcestruzzo.

La mancata osservazione della presente norma comporterà una accurata sabbiatura delle superfici e prove di aderenza dei rivestimenti previsti, operazioni entrambe da addebitare a completo ed esclusivo carico dell'Impresa appaltatrice delle opere.

Posa delle armature metalliche nei casseri per getti di cemento armato.

Le armature metalliche saranno disposte nelle posizioni progettate, legate agli incroci con filo di ferro e tenute in posto con puntelli e sostegni provvisori e dovranno essere impiegati opportuni distanziatori.

I ferri sporchi ed arrugginiti saranno ripuliti prima della loro messa in opera.

Nelle interruzioni, che dovranno essere fatte nelle parti di minore sollecitazione e sfalsate tra di loro, i ferri si dovranno sovrapporre per la lunghezza regolamentare legandoli insieme e ripiegandone le estremità.

La Direzione Lavori controllerà la posizione dei ferri prima del getto e potrà ordinare altresì le modifiche che riterrà necessarie per uniformare l'armatura alle disposizioni vigenti.

#### **41. MANUFATTI PREFABBRICATI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO**

Le strutture prefabbricate in conglomerato cementizio dovranno essere progettate e costruite tenendo conto di quanto disposto dalla legge n. 1086 del 5 novembre 1971, dalla legge 2 febbraio 1974, n. 64, dal Decreto del Presidente della Repubblica del 6 giugno 2001, n. 380, e dalla legge 27 luglio 2004, n. 186, di conversione del decreto-legge 28 maggio 2004, n. 136, così come aggiornato dalle NTC 2008 - Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008, ed in funzione di quanto meglio specificato dalle Circolari, dalle Ordinanze e dai Decreti Ministeriali in vigore all'atto della realizzazione della struttura [si veda, ad esempio, per la nuova normativa antisismica, l'Ordinanza 3274 del 20 marzo 2003]. In particolare, salvo diversa indicazione, si farà riferimento al testo aggiornato delle norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. del 14 gennaio 2008

L'Impresa sarà tenuta a presentare in tempo utile, prima dell'approvvigionamento dei materiali, all'esame ed all'approvazione della D.L., il progetto esecutivo delle opere e la relazione completa dei calcoli giustificativi di tutti gli elementi della costruzione nonché le luci di influenza delle deformazioni elastiche nei punti della struttura preventivamente concordati con la D.L.

Nel progetto esecutivo dovranno essere completamente definiti tutti i particolari costruttivi elencati nelle norme sopraccitate.

Nella relazione di calcolo dovranno essere indicate le modalità di montaggio dell'opera, specificando il funzionamento statico della struttura nelle diverse fasi del montaggio; tutte le indicazioni necessarie all'esecuzione delle opere di fondazione e alla corretta impostazione delle strutture metalliche sulle medesime.

I progetti esecutivi dovranno essere redatti a cura e spese dell'Impresa e dovranno corrispondere a tipi e norme stabiliti dalla D.L., oltre chiaramente che a tutte le disposizioni di legge e norme ministeriali vigenti in materia.

Sugli elaborati di progetto, firmati dal progettista e dall'Impresa, dovranno essere riportati tipi e qualità dei conglomerati da impiegare.

In sede di approvazione dei progetti, la D.L. stabilirà in particolare i tipi e la estensione dei controlli stabiliti dal D.M.14/01/2008, sopraccitato, e tenuto conto di quanto prescritto al riguardo nella relazione.

L'impresa dovrà provvedere inoltre alla redazione degli elaborati necessari al deposito sismico delle strutture sopra indicate ai sensi della normativa sismica vigente e della L.R. 19/2008 e successive ordinanze di attuazione.

L'Appaltatore avrà cura di rilevare le esatte dimensioni piano altimetriche dei luoghi ove dovranno essere inserite le strutture in acciaio sia in fase di costruzione delle opere di movimento terra che di realizzazione delle opere fondali. In questa occasione dovrà fornire tutti i sistemi di ancoraggio e fissaggio necessari per la buona riuscita del successivo montaggio.

Profondità d'appoggio degli elementi - Unioni e giunti

Dovranno essere sempre rispettate le prescrizioni di progetto, riguardanti le distanze delle superfici affacciate dei giunti. In particolare si dovrà verificare che eventuali opere di finitura non pregiudichino il libero funzionamento del giunto.

Gli appoggi dei vari elementi devono essere integri e tali da soddisfare le condizioni di resistenza dell'elemento appoggiato, dell'eventuale apparecchio d'appoggio e del relativo sostegno. Per elementi di solaio ad appoggio esteso o simili, deve essere garantita una profondità dell'appoggio, a posa avvenuta, non inferiore a 3 cm se è prevista in opera la formazione della continuità dell'unione; e non inferiore a 5 cm se definitiva. Per appoggi discontinui (nervature e denti), i valori precedenti vanno raddoppiati. Per le travi la profondità minima dell'appoggio definitivo non deve essere inferiore a:

(8 cm + L/200) (L = luce netta trave);

8 cm + (1 cm ogni 2 m di lunghezza trave)

Le quantità indicate s'intendono al netto della tolleranza di montaggio valutabile in +/- 1 cm.

Tolleranze - Modalità di posa e collegamenti previsti.

PLINTI: con riferimento al disegno esecutivo di montaggio, si danno le tolleranze concesse per la posa dei plinti prefabbricati:

- Tolleranza sul piano orizzontale di posa del centro pilastro: +/- 1 cm;

- Tolleranza sull'asse verticale della quota d'imposta: +/- 1 cm;

E' concessa una tolleranza rispetto all'asse verticale ideale del +/- 1% (1 cm ogni 10 m).

PILASTRI: nel posizionare i pilastri si deve controllare che la direzione dello scarico del pluviale e delle eventuali mensole, sia corrispondente al disegno esecutivo. In caso contrario si deve immediatamente avvisare la Direzione Tecnica della ditta produttrice degli elementi prefabbricati. E' ammessa una tolleranza di +/- 1 cm sulle quote (sotto trave di copertura ed eventuali mensole) del pilastro, misurate sull'asse verticale (Z) al piano di posa.

TRAVI: di norma gli appoggi delle travi, sono muniti di piastre in acciaio, spessore 8-10 mm. Qualora non siano state predisposte si deve, in corrispondenza dell'appoggio, posizionare un'opportuna piastra di neoprene o gomma. Si deve evitare a mezzo di spessori, la rotazione della trave nella propria sede di appoggio. Sono ammesse tolleranze nel posizionamento della capriata di +/-1 cm nella direzione longitudinale della trave e di +/- 1 cm nella direzione trasversale alla trave. Se sono previsti dei collegamenti di tipo sismico, questi devono rispettare le condizioni di progetto descritte dai disegni consegnati ai montatori e singolarmente verificati dalla Direzione di montaggio. Si deve in ogni caso garantire agli elementi un appoggio minimo come indicato al precedente punto, al netto della tolleranza di montaggio +/- 1 cm.

In corrispondenza degli appoggi alle travi e ai muri portanti, è necessario posizionare piastre di neoprene o gomma. Si deve, in corrispondenza dell'appoggio delle travi sulla mensola, posizionare una piastra di neoprene o gomma attenendosi alle prescrizioni fornite nel progetto. Tolleranza di posizionamento longitudinale e trasversale della trave: +/- 1 cm. Controllare sempre l'orizzontalità della superficie superiore della trave. Sono ammesse tolleranze di complanarità della superficie di +/- 1 cm tra le testate della trave. In corrispondenza degli appoggi delle travi sulle mensole del pilastro, dove non è prevista la piastra metallica, è necessario posizionare una piastra di neoprene o gomma, come indicato nei disegni esecutivi. Sono previste tolleranze di posa di +/-1 cm sia in direzione longitudinale alla trave che in direzione trasversale. Il fissaggio deve essere eseguito a mezzo vite, rispettando la tolleranza di posa di +/- 1 cm., in direzione longitudinale e trasversale dell'elemento.

TAMPONAMENTI: la tolleranza sulla verticalità dei pannelli di tamponamento è del +/- 1% (1 cm ogni 10 m). Il fissaggio dei pannelli alla struttura portante, è da eseguirsi mediante sistemi d'ancoraggio come da particolari allegati. Qual'ora si rendesse necessario effettuare saldature in opera, è indispensabile tenersi scrupolosamente alle istruzioni desumibili dai disegni esecutivi. E' inoltre necessario che queste siano eseguite da personale specializzato appositamente addestrato, con controllo finale della qualità della saldatura eseguita.

TRAVI DI COPERTURA: TRAVI : di norma gli appoggi delle travi, sono muniti di piastre in neoprene, spessore 10 mm. Si deve evitare a mezzo di spessori, la rotazione della trave nella propria sede di appoggio. Sono ammesse tolleranze nel posizionamento della capriata di +/- 1 cm nella direzione longitudinale della trave e di +/- 1 cm nella direzione trasversale alla trave.

Se sono previsti dei collegamenti di tipo sismico, questi devono rispettare le condizioni di progetto descritte dai disegni consegnati ai montatori e singolarmente verificati dalla Direzione di montaggio. Si deve in ogni caso garantire agli elementi un appoggio minimo come indicato al precedente punto, al netto della tolleranza di montaggio +/- 1cm.

## TRASPORTO-STOCCAGGIO E MOVIMENTO DEGLI ELEMENTI PREFABBRICATI IN C.A

Programma dei lavori e consegna dei materiali

La costruzione di un edificio ad elementi prefabbricati viene, di norma, eseguita sulla base di un progetto esecutivo e di uno schema di montaggio che illustra le strutture nell'insieme e nei dettagli e al quale il montatore si deve scrupolosamente attenere segnalando tempestivamente alla Direzione Lavori eventuali situazioni difformi e pregiudizievoli.

Le fondazioni e le strutture in genere eseguite in sito dall'Impresa secondo le esigenze di montaggio dei componenti prefabbricati, devono essere, a giudizio del Direttore dei Lavori di montaggio, sufficientemente stagionate prima dell'inizio delle operazioni di montaggio.

Dovranno essere predisposte, a cura della ditta di montaggio, accurate cartellonistiche d'avvertimento delle lavorazioni in corso secondo quanto previsto ed illustrato.

Ogni attrezzatura e mezzo di montaggio dovrà essere utilizzato nell'ambito delle rispettive prestazioni nominali verificandone costantemente la piena efficienza; lo stato di manutenzione e il corretto impiego, come da manuale operativo della macchina.

Eventuali danneggiamenti conseguenti al trasporto, devono essere rilevati all'atto dello scarico dell'elemento e comunicati immediatamente sia al responsabile della ditta produttrice che al vettore che ha effettuato il trasporto.

Preparazione del cantiere di montaggio

La preparazione del cantiere e delle vie d'accesso è una condizione fondamentale per la sicurezza operativa. In particolare le vie di transito degli autotreni e l'area di piazzamento delle autogru, dovranno essere consolidate e livellate in modo da garantire la stabilità dei mezzi di sollevamento e di trasporto in qualsiasi condizione. Molti incidenti, quasi sempre gravi, si sono verificati per il rovesciamento delle gru durante il lavoro o per la caduta dei manufatti a seguito di inclinazioni dei mezzi di trasporto per cedimento del terreno delle vie di transito. Incidenti, meno gravi ma più frequenti, avvengono su aree di lavoro mal livellate per la caduta di operai con conseguenti distorsioni di arti, fratture, abrasioni e contusioni.

È necessario delimitare opportunamente l'area di lavoro per impedire il passaggio di estranei.

Deve essere vietata la presenza contemporanea degli operai d'altre imprese durante il lavoro di montaggio.

Trasporto degli elementi

Prima dell'inizio di ogni cantiere vengono predisposte delle apposite schede di carico che serviranno successivamente agli autotrasportatori e agli uomini di cantiere addetti alla movimentazione dei manufatti stoccati. In esse sono indicati il numero ed il tipo degli elementi da trasportare, la commessa, il luogo di destinazione ed il numero progressivo di ogni scheda. I viaggi previsti giornalmente vengono precedentemente organizzati ed indicati in una apposita tabella, suddivisi per cantiere un giorno o due prima del carico.

Una volta ultimate vengono inserite in un apposito programma informatico per il regolare svolgimento delle bolle di consegna. Il programma consente inoltre di poter effettuare un controllo incrociato tra il materiale prodotto ed il materiale da trasportare.

Gli autisti incaricati devono presentarsi presso l'Ufficio Tecnico, ritirare la scheda di carico, presentarla in cantiere al personale addetto e provvedere al carico del proprio mezzo di trasporto col supporto della squadra di carico.

Prima della partenza bisogna ritornare presso gli uffici per il ritiro della bolla di consegna. È della massima importanza, ai fini della sicurezza delle persone, che venga assicurata la stabilità del carico, prendendo quei provvedimenti atti ad evitare che il carico trasportato possa rotolare o cadere.

È inoltre importante che il carico non superi la portata massima del mezzo di trasporto, un eventuale sovraccarico comprometterebbe l'efficienza del mezzo e la sua stabilità.

Le macchine utilizzate dovranno essere mantenute sempre in buono stato di conservazione ed efficienza. Nel caso di carichi particolarmente ingombranti, bisogna adottare le necessarie misure e precauzioni atte ad evitare urti contro materiali, impianti, strutture d'edifici. Nella circolazione all'interno dello stabilimento bisogna rispettare una velocità moderata in ingresso, all'interno e in uscita. Percorrendo vie di transito con pavimentazione sconnessa, bisogna procedere molto lentamente e in modo da non compromettere la stabilità del carico e del mezzo stesso; particolare attenzione va posta in prossimità di avvallamenti o buche che vanno possibilmente evitati.

Spesso la fase critica del trasporto dei manufatti si verifica nelle vicinanze dell'area di montaggio, in quanto sia gli accessi sia l'insufficiente preparazione del terreno (dislivelli, terreno cedevole, buche, ecc.) possono danneggiare i carichi o renderli instabili. Pertanto deve essere effettuata (come norma antinfortunistica), una ricognizione preliminare delle vie d'accesso e delle aree di lavoro, effettuata da personale responsabilizzato.

I mezzi di trasporto e le gru che circolino a marcia indietro nel cantiere dovranno essere guidati da una seconda persona a terra.

Lavori in prossimità di linee elettriche

Quando occorre effettuare lavori in prossimità di linee elettriche o di impianti elettrici con parti attive non protette o che per circostanze particolari si debbano ritenere non sufficientemente protette, ferme restando le norme di buona tecnica, si deve rispettare almeno una delle seguenti precauzioni:

- a) mettere fuori tensione ed in sicurezza le parti attive per tutta la durata dei lavori;
- b) posizionare ostacoli rigidi che impediscano l'avvicinamento alle parti attive;
- c) tenere in permanenza, persone, macchine operatrici, apparecchi di sollevamento, ponteggi ed ogni altra attrezzatura a distanza di sicurezza.

La distanza di sicurezza deve essere tale che non possano avvenire contatti diretti o scariche pericolose per le persone tenendo conto del tipo di lavoro, delle attrezzature usate e delle tensioni presenti e comunque la distanza

di sicurezza non deve essere inferiore ai limiti di cui all'allegato IX del D.Lgs. 81/2008, o a quelli risultanti dall'applicazione delle pertinenti norme tecniche.

Tab. 1 Allegato IX – Distanze di sicurezza da parti attive di linee elettriche e di impianti elettrici non protette o non sufficientemente protette da osservarsi, nell'esecuzione di lavori non elettrici, al netto degli ingombri derivanti dal tipo di lavoro, delle attrezzature utilizzate e dei materiali movimentati, nonché degli sbandamenti laterali dei conduttori dovuti all'azione del vento e degli abbassamenti di quota dovuti alle condizioni termiche:

Un (kV)	D (m)
≤ 1	3
1 < Un ≤ 30	3,5
30 < Un ≤ 132	5
> 132	7

Dove Un = tensione nominale.

Stoccaggio degli elementi prima del montaggio

Lo stoccaggio dei manufatti in stabilimento segue delle regole precise per non incorrere in situazioni d'instabilità dell'equilibrio oppure in sollecitazioni eccessive. Tali regole vanno tassativamente rispettate anche nello stoccaggio dei manufatti nell'area di montaggio.

Pertanto, ogni tipo di manufatto viene corredato da uno schema di stoccaggio a piè d'opera, che definisca la qualità del materiale provvisoriale, necessario alla sua stabilità, oltre che le massime condizioni permesse per lo stoccaggio in sicurezza.

Lo stoccaggio degli elementi prefabbricati deve avvenire nelle zone predisposte allo svolgimento di tale operazione. In cantiere sono presenti autogrù adibite alla funzione di stoccaggio e movimentazione manufatti per il successivo montaggio.

Ogni elemento o gruppo di elementi vengono contraddistinti da un cartellino di identificazione per agevolare le normali procedure operative.

In stabilimento sono state predisposte delle apposite aree in cui stoccare i prodotti finiti suddivisi per tipologia di manufatto (tegoli piani, tegoli TT, travi P/10, ecc.) e per commessa in modo da essere facilmente rintracciabili al momento del carico.

In cantiere, gli elementi prefabbricati devono essere depositati nelle zone prestabilite; i corridoi di transito devono risultare sempre liberi per poter agevolare le normali procedure d'accatastamento.

Il materiale deve essere depositato in modo da garantire la stabilità, sia nella fase di stoccaggio che in quella di sollevamento. Occorre curare la corretta sovrapposizione in modo che la catasta risulti ben verticale e non pendente da un lato. La distanza tra le cataste deve essere tale da poter garantire condizioni di sicurezza nelle successive operazioni di ripresa dei manufatti.

I mezzi meccanici saranno condotti da personale dotato di patente adatta e che hanno ricevuto una formazione ed un addestramento adeguato all'uso delle attrezzature.

E' vietata la presenza di persone nel campo d'azione dell'autogrù.

In caso di macchine gommate verrà verificato lo stato di usura dei pneumatici. Le macchine devono essere mantenute in buono stato di efficienza attraverso frequenti controlli periodici programmati che tengono conto di quanto previsto dalla casa costruttrice.

Le rampe di accesso avranno pendenza adeguata alle caratteristiche del mezzo meccanico e larghezza tale da consentire un franco di almeno cm 70 oltre la sagoma d'ingombro del veicolo.

Prima di consentire l'accesso delle macchine operatrici in cantiere verrà verificata la stabilità del terreno.

Il carico, il trasporto e lo scarico degli elementi prefabbricati saranno effettuati con mezzi e modalità appropriati, in modo da assicurare la stabilità del carico e del mezzo, in relazione alla velocità di quest'ultimo ed alle caratteristiche del percorso.

I percorsi nel cantiere verranno fissati previo controllo della loro agibilità e portanza; il controllo verrà ripetuto ogni volta che, a seguito dei lavori o di fenomeni atmosferici, se ne possa presumere la modifica.

Nel caso di terreni in pendenza, verrà verificata l'idoneità dei mezzi di sollevamento a sopportare il maggior momento ribaltante determinato dallo spostamento dei carichi sospesi.

Verrà verificata l'idoneità del sottofondo a sopportare lo sforzo frenante soprattutto in conseguenza di eventi atmosferici sfavorevoli.

Lo stoccaggio dei pezzi deve essere eseguito nel rispetto delle disposizioni scritte, predisposte a cura della Società di prefabbricazione. Le modalità di stoccaggio degli elementi prefabbricati saranno tali da garantire la stabilità al ribaltamento, tenute presenti le eventuali azioni di agenti atmosferici o azioni esterne meccaniche.

Gli elementi di sostegno saranno dimensionati in modo da resistere alla spinta loro trasmessa dagli elementi prefabbricati senza tener conto dell'eventuale equilibramento ottenibile con particolare sistemazione dei pezzi stoccati.

I piani di stoccaggio avranno resistenza adeguata alle azioni trasmesse dagli elementi stoccati al fine di evitare crolli o ribaltamenti dovuti a cedimenti dei piani medesimi.

Le portate utili delle puntellazioni o degli elementi di puntellazione impiegati, saranno indicate con apposita targhetta o sistema equivalente.

Tra una catasta/fila e l'altra verrà lasciato uno spazio libero che garantisca la sicurezza delle persone durante le operazioni di stoccaggio e prelievo dei manufatti.

Per agganciare o sganciare i manufatti dalla gru si farà uso di scale; sarà vietato salire e camminare sui manufatti.

**Sollevamento degli elementi prefabbricati - Norme generali**

Prima dell'inizio dei lavori di sollevamento il gruista è tenuto a controllare tutti i pesi propri dei manufatti da sollevare e a valutare le condizioni generali dell'ambiente. Tali pesi sono indicati sul cartellino apposto dal costruttore su ogni singolo manufatto insieme al relativo contrassegno di riconoscimento.

I mezzi di sollevamento dovranno essere proporzionati per la massima prestazione prevista nel programma di montaggio.

L'imbragatura degli elementi prefabbricati va fatta osservando tutte le norme contenute nel D.Lgs. 81/2008.

In corrispondenza del contatto con spigoli vivi dell'elemento da sollevare vanno impiegati idonei dispositivi di protezione.

Verificare sempre l'eventuale presenza di linee elettriche e operare in zona di sicurezza.

Nella fase di sollevamento il personale non deve assolutamente sostare sotto i carichi sospesi e neppure nel raggio d'azione della gru. Nessuna persona può essere sollevata o fatta discendere insieme al carico. Prima di iniziare le operazioni di scarico è necessario assicurarsi che la stabilità dei manufatti sui mezzi di trasporto sia garantita anche dopo lo scarico di alcuni di essi, e che il personale non si trovi tra il manufatto che deve essere sollevato e la cabina dell'automezzo o altri manufatti in giacenza.

Le manovre di sollevamento e brandeggio dei carichi (preventivamente segnalate ed interdette ai non addetti ai lavori) saranno comandate da un operatore esperto, e da personale a terra, situato ad un'opportuna distanza di sicurezza e in zone idonee, con piena visuale delle operazioni di movimentazione dei carichi.

Per l'imbracatura dei carichi è necessario che il personale acceda alla sommità della catasta sui mezzi di trasporto. Tali operazioni, non di rado, hanno dato origine a gravi cadute (l'altezza di lavoro infatti raggiunge spesso o anche supera i 4 m). E' necessario prevedere, per questa importante fase di lavoro, delle predisposizioni di sicurezza opportune sia sui mezzi di trasporto che sui manufatti stessi. In presenza di vento forte il montaggio di prefabbricati deve essere interrotto.

Il personale addetto alle operazioni d'imbracatura deve conoscere con sufficiente precisione il peso dei singoli manufatti, la portata e il modo d'impiego degli imbraghi in dotazione.

I manufatti lunghi oltre i 10 m devono essere sempre guidati da terra durante il sollevamento da almeno una fune di controllo; quelli lunghi oltre 20 m da due funi (quando si impieghi 1 sola gru).

Gli apparecchi di sollevamento risulteranno appropriati, per quanto riguarda la sicurezza, alla natura, alla forma e al volume dei carichi al cui sollevamento sono destinati, nonché alle condizioni di impiego con particolare riguardo alle fasi di avviamento e di arresto. Saranno usati in modo rispondente alle loro caratteristiche.

Nell'esercizio degli apparecchi di sollevamento verranno adottate le necessarie misure per assicurare la stabilità del mezzo e del suo carico, in relazione al tipo del mezzo stesso, alla sua velocità, alle accelerazioni in fase di avviamento e di arresto ed alle caratteristiche del percorso.

Sugli apparecchi di sollevamento è indicata la portata massima ammissibile, mediante affissione di apposito cartello.

Se la portata varia col variare delle condizioni d'uso degli apparecchi di sollevamento, quali l'inclinazione e la lunghezza dei bracci di leva delle gru a torre, lo spostamento dei contrappesi, gli appoggi supplementari e la variazione della velocità, l'entità del carico ammissibile verrà indicata mediante appositi cartelli, con esplicito riferimento alle variazioni delle condizioni d'uso.

Le modalità d'impiego degli apparecchi di sollevamento verranno richiamate mediante avvisi chiaramente visibili.

I ganci per apparecchi di sollevamento saranno provvisti di dispositivi di chiusura dell'imbocco o saranno conformati, per particolare profilo della superficie interna o limitazione dell'apertura di imbocco (profilo a norma UNI), in modo da impedire lo sganciamento delle funi, delle catene e degli altri organi di presa.

I ganci riporteranno in rilievo o incisa la chiara indicazione della loro portata massima ammissibile.

Gli organi ed i posti di comando saranno collocati in modo da essere facilmente accessibili dall'operatore e che il loro azionamento risulti agevole.

Gli apparecchi di sollevamento saranno provvisti di dispositivi acustici di segnalazione e di avvertimento.

Le funi o le catene saranno sottoposte a verifiche trimestrali da personale esperto; gli apparecchi saranno sottoposti a controlli periodici al fine di mantenerli in buono stato di conservazione ed efficienza.

E' vietato il sollevamento ed il trasporto delle persone, anche saltuariamente o per sole operazioni di riparazione e di manutenzione, a meno che non vengano adottate misure di sicurezza atte a garantire la sicurezza delle persone.

L'uso degli apparecchi di sollevamento è riservato a lavoratori addestrati ed autorizzati; verrà impedito l'uso ai non autorizzati.

## **42. OPERE E STRUTTURE IN ACCIAIO**

### **Generalità**

Le strutture di acciaio dovranno essere progettate e costruite tenendo conto di quanto disposto dalla legge n. 1086 del 5 novembre 1971, dalla legge 2 febbraio 1974, n. 64, dal Decreto del Presidente della Repubblica del 6 giugno 2001, n. 380, e dalla legge 27 luglio 2004, n. 186, di conversione del decreto-legge 28 maggio 2004, n. 136, così come aggiornato dalle NTC 2008 - Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008, ed in funzione di quanto meglio specificato dalle Circolari, dalle Ordinanze e dai Decreti Ministeriali in vigore all'atto della realizzazione della struttura [si veda, ad esempio, per le nuova normativa antisismica, l'Ordinanza 3274 del 20 marzo 2003]. In particolare, salvo diversa indicazione, si farà riferimento al testo aggiornato delle norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. del 14 gennaio 2008, riservando particolare attenzione ai paragrafi 4.2 e 11.3 di quanto citato.

L'Impresa sarà tenuta a presentare, in tempo utile, prima dell'approvvigionamento dei materiali, all'esame ed all'approvazione della Direzione dei lavori:

gli elaborati progettuali esecutivi di cantiere, comprensivi dei disegni esecutivi di officina, sui quali dovranno essere riportate anche le distinte da cui risultino numero, qualità, dimensioni, grado di finitura e peso teorici di ciascun elemento costituente la struttura, nonché la qualità degli acciai da impiegare;

tutte le indicazioni necessarie alla corretta impostazione delle strutture metalliche sulle opere di fondazione.

**I suddetti elaborati dovranno essere redatti a cura e spese dell'Appaltatore.**

### **Collaudo tecnologico dei materiali**

Ogni volta che i materiali destinati alla costruzione di strutture di acciaio pervengono dagli stabilimenti per la successiva lavorazione, l'Impresa darà comunicazione alla Direzione dei lavori specificando, per ciascuna colata, la distinta dei pezzi ed il relativo peso, la destinazione costruttiva e la documentazione di accompagnamento della ferreria costituita da:

- attestato di controllo;
- dichiarazione che il prodotto è certificato secondo le norme vigenti.

In ogni caso occorre rispettare quanto indicato al paragrafo 4.2.1. del testo citato ed ai relativi richiami al paragrafo 11.3.

La Direzione dei lavori si riserva la facoltà di prelevare campioni di prodotto qualificato da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta ogni volta che lo ritenga opportuno, per verificare la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la Direzione dei lavori deve effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire idonea conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'Impresa.

Di norma le prove e le modalità di esecuzione sono quelle prescritte dal testo richiamato.

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

L'Impresa dovrà essere in grado di individuare e documentare in ogni momento la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, dei quali dovrà esibire la copia a richiesta della Direzione dei lavori.

Alla Direzione dei lavori è riservata comunque la facoltà di eseguire in ogni momento della lavorazione tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che le stesse siano eseguite a perfetta regola d'arte.

Ogni volta che le strutture metalliche lavorate si rendono pronte per il collaudo l'Impresa informerà la Direzione dei lavori, la quale darà risposta entro 8 giorni, fissando la data del collaudo in contraddittorio, oppure autorizzando la spedizione delle strutture stesse in cantiere.

### **Montaggio**

Il montaggio in opera di tutte le strutture costituenti ciascun manufatto sarà effettuato in conformità a quanto, a tale riguardo, è previsto nella relazione di calcolo.

Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito ed il montaggio, si dovrà porre la massima cura per evitare che le strutture vengano deformate o sovrassollecitate.

Le parti a contatto con funi, catene od altri organi di sollevamento saranno opportunamente protette.

Il montaggio sarà eseguito in modo che la struttura raggiunga la configurazione geometrica di progetto, nel rispetto dello stato di sollecitazione previsto nel progetto medesimo.

In particolare, per quanto riguarda le strutture a travata, si dovrà controllare che la controfreccia ed il posizionamento sugli apparecchi di appoggio siano conformi alle indicazioni di progetto, rispettando le tolleranze previste.

La stabilità delle strutture dovrà essere assicurata durante tutte le fasi costruttive e la rimozione dei collegamenti provvisori e di altri dispositivi ausiliari dovrà essere fatta solo quando essi risulteranno staticamente superflui.

Nei collegamenti con bulloni si dovrà procedere all'alesatura di quei fori che non risultino centrati e nei quali i bulloni previsti in progetto non entrino liberamente. Se il diametro del foro alesato risulta superiore al diametro sopraccitato, si dovrà procedere alla sostituzione del bullone con uno di diametro superiore.

È ammesso il serraggio dei bulloni con chiave pneumatica, purché questo venga controllato con chiave dinamometrica, la cui taratura dovrà risultare da certificato rilasciato da laboratorio ufficiale in data non anteriore ad un mese.

Per le unioni con bulloni, l'Impresa effettuerà, alla presenza della Direzione dei lavori, un controllo di serraggio su un numero adeguato di bulloni.

L'assemblaggio ed il montaggio in opera delle strutture dovrà essere effettuato senza che venga interrotto il traffico di cantiere sulla eventuale sottostante sede stradale salvo brevi interruzioni durante le operazioni di sollevamento, da concordare con la Direzione dei lavori.

Nella progettazione e nell'impiego delle attrezzature di montaggio, l'Impresa è tenuta a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata e, 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 soprasuolo e di sottosuolo.

Tutti i metalli dovranno essere lavorati con regolarità di forme e di dimensioni, nei limiti delle tolleranze consentite ed in accordo con le prescrizioni della normativa specifica.

Le operazioni di piegatura e spianamento dovranno essere eseguite per pressione; qualora fossero richiesti, per particolari lavorazioni, interventi a caldo, questi non dovranno creare concentrazioni di tensioni residue.

I tagli potranno essere eseguiti meccanicamente o ad ossigeno, nel caso di irregolarità queste verranno rifinite con la smerigliatrice.

Le superfici, o parti di esse, destinate a trasmettere sollecitazioni di qualunque genere, dovranno combaciare perfettamente.

I fori per i chiodi e bulloni saranno eseguiti con il trapano, avranno diametro inferiore di almeno 3 mm. a quello definitivo e saranno successivamente rifiniti con l'alesatore; salvo diverse prescrizioni non è consentito l'uso della fiamma ossidrica per le operazioni di bucaatura.

I giunti e le unioni degli elementi strutturali e dei manufatti verranno realizzate con:

saldature eseguite ad arco, automaticamente o con altri procedimenti approvati dalla Direzione Lavori; tali saldature saranno precedute da un'adeguata pulizia e preparazione delle superfici interessate, verranno eseguite da personale specializzato e provvisto di relativa qualifica, le operazioni di saldatura verranno sospese a temperature inferiori ai -5 °C e, a lavori ultimati, gli elementi o le superfici saldate dovranno risultare perfettamente lisci ed esenti da irregolarità.

bullonatura che verrà eseguita, dopo un'accurata pulizia, con bulloni conformi alle specifiche prescrizioni e fissati con rondelle e dadi adeguati all'uso; le operazioni di serraggio dei bulloni dovranno essere effettuate con una chiave dinamometrica.

chiodature realizzate con chiodi riscaldati (con fiamma o elettricamente) introdotti nei fori e ribattuti.

La posa in opera dei manufatti comprenderà la predisposizione ed il fissaggio, dove necessario, di zanche metalliche per l'ancoraggio degli elementi alle superfici di supporto e tutte le operazioni connesse a tali lavorazioni.

Dovranno essere, inoltre, effettuate, prima del montaggio, le operazioni di ripristino della verniciatura o di esecuzione, se mancante, della stessa; verranno, infine, applicate, salvo altre prescrizioni, le mani di finitura secondo le specifiche già indicate per tali lavorazioni.

La zincatura nelle parti esposte o dove indicato sarà eseguita, a carico dell'Appaltatore, per immersione in bagno di zinco fuso secondo le norme vigenti UNI EN ISO 1461 con trattamenti opportunamente certificati, e dovrà essere realizzata solo in stabilimento.

Tutte le strutture in acciaio dovranno essere realizzate in conformità alle normative vigenti per tali opere.

#### **Prove di carico e collaudo statico**

Prima di sottoporre le strutture di acciaio alle prove di carico, dopo la loro ultimazione in opera e di regola e prima che siano applicate le ultime mani di vernice, quando prevista, verrà eseguita da parte della Direzione dei lavori un'accurata visita preliminare di tutte le membrature, per constatare che le strutture siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte ed a tutte le prescrizioni di contratto. Ove nulla osti, si procederà quindi alle prove di carico ed al collaudo statico delle strutture; operazioni che verranno condotte, a cura e spese dell'Impresa, secondo le prescrizioni contenute nei decreti ministeriali emanati in applicazione della legge 5 novembre 1971, n. 1086 e del NCT 2008.

### 43. REQUISITI DEI MATERIALI METALLICI

I materiali metallici da impiegare nei lavori dovranno corrispondere alle qualità, prescrizioni e prove appresso elencate. La loro struttura dovrà essere tale da dimostrare l'ottima riuscita del processo metallurgico di fabbricazione e da escludere qualsiasi alterazione derivante dalla successiva lavorazione a macchina o a mano che possa menomare la sicurezza dell'impiego. Per l'accettazione dei materiali ferrosi valgono le norme UNI, tra cui si citano, in modo non esaustivo, quelle di seguito elencate:

- **UNI ISO/TR 12735** = simboli e definizioni
- **UNI EN 10002/5** = prova di trazione
- **UNI 558** = prova di compressione
- **UNI EN ISO 6506-1-2-3** = prova di durezza Brinell
- **UNI EN ISO 6508-1** = prova di durezza Rockwell
- **UNI EN ISO 7438** = prova di piegamento
- **UNI 3964** = prove di fatica a temperatura ambiente

Per le condizioni tecniche generali di fornitura per i prodotti di acciaio dovrà essere rispettata la norma di unificazione: UNI EN 10021 condizioni tecniche generali di fornitura per i prodotti di acciaio. Per la forma, la tolleranza e la massa si farà riferimento, se non altrimenti disposto, alle richiamate norme di unificazione.

Tutti gli acciai dovranno essere forniti di dichiarazione scritta della casa produttrice comprovanti il controllo effettuato in stabilimento.

Tutti i materiali utilizzati per impieghi strutturali dovranno essere "qualificati" e marcati in modo inalterabile nel tempo, come previsto al cap.11 delle norme tecniche D.M. 14/01/2008. Per quanto relativo a pezzi e/o manufatti in acciaio ad alta resistenza si fa riferimento alla norma CNR UNI di competenza.

Il Direttore Lavori ordinerà controlli in cantiere sugli acciai qualificati e/o su manufatti saldati e/o bullonati secondo le modalità di cui alle citate norme tecniche

Per quanto relativo ai controlli sui prodotti laminati per strutture di acciaio di qualsiasi tipo e natura, ivi compresi inserti ed opere provvisorie, si specificano le seguenti disposizioni:

tutti i prodotti utilizzati (piatti, travi ad ali parallele, travi a I e a U, travi reticolari composte, ecc.) dovranno rispondere alle modalità di qualificazione di cui al cap.11) del D.M. 14/01/08;

i controlli in officina ed in cantiere dovranno seguire le disposizioni generali di cui al p.to 11.3.4.11;

il tecnico responsabile della fabbricazione dei prodotti di carpenteria metallica (direttore tecnico dell'officina) sarà responsabile dei controlli e delle lavorazioni previste come disposto dal p.to di cui sopra e come richiesto dal presente capitolato speciale;

il Tecnico Responsabile della Fabbricazione dovrà trasmettere alla Direzione Lavori tutta la documentazione, di seguito specificata, prima della messa in opera delle strutture stesse.

l'accettazione dei materiali in cantiere potrà essere considerata definitiva solo dopo che verrà effettuato il controllo della citata documentazione.

a) Elettrodi di saldatura.

Essi dovranno essere del tipo E44, Classe di Qualità 3 o 4, secondo UNI EN ISO 2560, per saldatura manuale ad arco. Per spessori maggiori di 30 mm (ad es. flange) sono ammessi solo elettrodi di Classe 4B. L'impiego di tali elettrodi omologati esime l'Appaltatore da ogni prova di qualità nel procedimento di saldatura.

b) Profilati in acciaio inox.

I profilati di acciaio inossidabile dovranno essere fabbricati con un acciaio avente un contenuto di cromo superiore al 12% con struttura austenitica.

c) Lamiere grecate e pannelli metallici.

Le lamiere grecate sono laminati di acciaio sagomato, con profili variabili a seconda delle esigenze architettoniche, funzionali e strutturali indicate in sede di progetto o dal D.L..

I pannelli metallici sono prodotti caratterizzati da supporti metallici collegati tra loro da resine poliuretaniche o poliisocianurate, anch'essi di forma e sagoma variabile a seconda delle esigenze della Committenza.

Le caratteristiche della lamiera e/o del supporto metallico, della massa isolante, l'isolamento termico e la portata del pannello dipendono da specifiche fornite in sede di progetto. In ogni caso gli elementi forniti dall'Impresa dovranno rispondere alle seguenti normative, riportate dalla AIPPEG in materia di "normativa lamiere grecate e pannelli metallici coibentati", che sono da intendersi elenco rappresentativo ma non esaustivo:

**UNI 10372** "Coperture discontinue - Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione e la manutenzione di coperture realizzate con elementi metallici in lastre" – (Marzo 2004)

**UNI EN 1993-1-3** " Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-3: Regole generali - Regole supplementari per l'impiego dei profilati e delle lamiere sottili piegati a freddo" (Gennaio 2007)

**UNI EN 1090-3** " Esecuzione di strutture di acciaio e di alluminio - Parte 3: Requisiti tecnici per le strutture di alluminio" (Ottobre 2008)

**UNI EN 10327** " Nastri e lamiere di acciaio a basso tenore di carbonio rivestiti per immersione a caldo in continuo, per formatura a freddo - Condizioni tecniche di fornitura" (Novembre 2004)

**UNI EN 10143** " Lamiere sottili e nastri di acciaio con rivestimento applicato per immersione a caldo in continuo - Tolleranze sulla dimensione e sulla forma" (Dicembre 2006)

**UNI EN 10346** " Prodotti piani di acciaio rivestiti per immersione a caldo in continuo - Condizioni tecniche di fornitura" (2009)

**UNI EN 10169-1** " Prodotti piani di acciaio rivestiti in continuo con materiale organico (nastri larghi rivestiti) - Parte 1: Informazioni generali (definizioni, materiali, tolleranze, metodi di prova)" (Gennaio 2007)

**UNI EN 10169-2** " Prodotti piani di acciaio rivestiti in continuo con materiale organico (nastri rivestiti) - Parte 2: Prodotti per applicazioni esterne negli edifici" (Luglio 2007)

**UNI EN 10169-3** " Prodotti piani di acciaio rivestiti in continuo con materiale organico (nastri larghi rivestiti) - Parte 3: Prodotti per applicazioni interne negli edifici" (Dicembre 2006)

**UNI EN 508-1-2-3** " Prodotti di lastre metalliche per coperture - Specifiche per prodotti autoportanti in lastre di acciaio, alluminio o acciaio inossidabile - Parte 1: Acciaio - Parte 2: Alluminio - Parte 3: Acciaio inossidabile (Ottobre 2008)

**UNI EN 506** " Prodotti di lastre metalliche per coperture - Specifiche per prodotti autoportanti di lastre di rame o zinco" (Ottobre 2008)

Sono da citare le norme europee armonizzate e finalizzate all'acquisizione della marcatura CE (come da direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione) predisposte dal CEN Comitato Europeo di Normazione a seguito di mandato da parte della Commissione europea: **CEN/TC 128, SC7 e SC11**

d) Zinco.

Lo zinco dovrà corrispondere per qualità e prescrizioni alle norme UNI EN 1179 e UNI EN 13283.

e) Rame.

Il rame dovrà corrispondere per qualità, prescrizioni e prove alla norme UNI EN 1978

f) Bronzo per rubinetterie.

Il bronzo per rubinetterie, raccordi, ecc. da incassare nelle murature dovrà avere una composizione di cui alla norma di unificazione: UNI EN 1982 bronzo allo zinco ed al piombo con Cu 85%, Sn 5%, Zn 5% e Pb 5%

#### **44. STRUTTURE PREFABBRICATE IN ACCIAIO**

Le strutture di acciaio dovranno essere progettate e costruite tenendo conto di quanto disposto dalla legge n. 1086 del 5 novembre 1971, dalla legge 2 febbraio 1974, n. 64, dal Decreto del Presidente della Repubblica del 6 giugno 2001, n. 380, e dalla legge 27 luglio 2004, n. 186, di conversione del decreto-legge 28 maggio 2004, n. 136, così come aggiornato dalle NTC 2008 - Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008, ed in funzione di quanto meglio specificato dalle Circolari, dalle Ordinanze e dai Decreti Ministeriali in vigore all'atto della realizzazione della struttura [si veda, ad esempio, per le nuova normativa antisismica, l'Ordinanza 3274 del 20 marzo 2003]. In particolare, salvo diversa indicazione, si farà riferimento al testo aggiornato delle norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M: del 14 gennaio 2008

L'Impresa sarà tenuta a presentare in tempo utile, prima dell'approvvigionamento dei materiali, all'esame ed all'approvazione della D.L., il progetto esecutivo delle opere e la relazione completa dei calcoli giustificativi di tutti gli elementi della costruzione nonché le luci di influenza delle deformazioni elastiche nei punti della struttura preventivamente concordati con la D.L.

Nel progetto esecutivo dovranno essere completamente definiti tutti i particolari costruttivi elencati nelle norme sopraccitate.

Nella relazione di calcolo dovranno essere indicate le modalità di montaggio dell'opera, specificando il funzionamento statico della struttura nelle diverse fasi del montaggio; tutte le indicazioni necessarie all'esecuzione delle opere di fondazione e alla corretta impostazione delle strutture metalliche sulle medesime.

I progetti esecutivi dovranno essere redatti a cura e spese dell'Impresa e dovranno corrispondere a tipi e norme stabiliti dalla D.L., oltre chiaramente che a tutte le disposizioni di legge e norme ministeriali vigenti in materia.

Sugli elaborati di progetto, firmati dal progettista e dall'Impresa, dovranno essere riportati tipi e qualità degli acciai da impiegare.

In sede di approvazione dei progetti, la D.L. stabilirà in particolare i tipi e la estensione dei controlli sulle saldature in conformità a quanto stabilito dal D.M.14/01/2008, sopraccitato, e tenuto conto di quanto prescritto al riguardo nella relazione.

Dopo l'approvazione del progetto esecutivo da parte della D.L., l'Impresa dovrà presentare a quest'ultima i disegni esecutivi di officina sui quali dovranno essere riportate anche le distinte da cui risultino: numero, qualità, dimensioni, grado di finitura e pesi teorici di ciascun elemento costituente la struttura.

L'Impresa, inoltre, deve far conoscere per iscritto, prima dell'approvvigionamento dei materiali che intende impiegare, la loro provenienza, avuto riferimento alle distinte di cui sopra.

L'impresa dovrà provvedere inoltre alla redazione degli elaborati necessari al deposito sismico delle strutture sopra indicate ai sensi della normativa sismica vigente e della L.R. 19/2008 e successive ordinanze di attuazione.

L'Appaltatore dovrà provvedere affinché tutte le lavorazioni, sia quelle di officina sia quelle da eseguirsi in cantiere, siano eseguite in conformità al D.M. 14/02/92, alle norme UNI EN10029 ed a quante altre norme possano riguardare le strutture interessate dal presente Appalto.

L'Appaltatore avrà cura di rilevare le esatte dimensioni piano altimetriche dei luoghi ove dovranno essere inserite le strutture in acciaio sia in fase di costruzione delle opere di movimento terra che di realizzazione delle opere fondali. In questa occasione dovrà fornire tutti i sistemi di ancoraggio e fissaggio necessari per la buona riuscita del successivo montaggio, avendo cura di controllare l'esatta posizione di montaggio degli elementi di collegamento e dei tirafondi.

Nell'esecuzione delle strutture metalliche non saranno ammessi fori e/o tagli eseguiti con cannello ossiacetilenico; i sistemi usati, anche se di tipo termico, dovranno garantire la perfetta esecuzione del taglio e/o della foratura secondo il tracciamento.

Tutte le sbavature e gli spigoli taglienti derivanti anche dalla esecuzione di taglio e foratura dovranno essere asportati e ridotti mediante molatura.

Tutti gli elementi componenti la struttura metallica da realizzare, dovranno essere marcati e/o contrassegnati opportunamente in modo da individuare agevolmente la posizione durante le fasi di montaggio.

L'Appaltatore, prima della posa in opera, dovrà provvedere ai montaggi provvisori in officina, per quanto necessario, ed all'assemblaggio a piè d'opera degli elementi costituenti le capriate principali, onde evitare il caso di una eventuale impossibilità e/o del non perfetto assemblaggio dei pezzi.

In tal caso l'Appaltatore dovrà provvedere a propria cura e spese alle eventuali operazioni di correzione e/o di sostituzione e rifacimenti anche dell'intera struttura metallica, in accordo alle disposizioni che impartirà la DL.

L'Appaltatore è tenuto ad allontanare dal cantiere quanto non eseguito correttamente, isolandolo e/o segregandolo e contraddistinguendolo opportunamente per tutto il tempo che sosterrà nell'area del cantiere, secondo le disposizioni impartite dalla DL. La DL potrà disporre inoltre, a propria discrezione, l'immediato allontanamento dei materiali e/o dei manufatti non utilizzabili nella costruzione.

I materiali dovranno comunque rispettare le indicazioni contenute nell'apposito articolo relativo ai requisiti dei materiali. Si ribadisce che l'accettazione dei materiali in cantiere potrà essere considerata definitiva solo dopo che verrà effettuato il controllo da parte della D.L. di tutta la documentazione che l'Impresa deve fornire.

#### LAVORAZIONI

Tutte le lavorazioni saranno eseguite in conformità con quanto disposto dal D.M. 14/01/2008 dalle Norme CNR-UNI di competenza.

#### Saldature

Sono ammessi tutti i tipi di saldatura di cui al p.to 11.3.4.5 del D.M. 14/01/2008.

Tutte le saldature dovranno essere eseguite in officina e dovranno essere sottoposte a controlli secondo quanto previsto dalla normativa citata e dal Direttore dei Lavori delle opere strutturali in accordo con la DL generale. La DL, terminato il lavoro di officina indicherà i punti e le parti ove effettuare il controllo.

Per la saldatura con elettrodi rivestiti l'Appaltatore dovrà far impiegare saldatori che abbiano superato, per la relativa qualifica, le prove richieste dalle norme UNI vigenti. La documentazione relativa alla qualifica di cui sopra dovrà essere prodotta dall'Appaltatore alla DL.

Le saldature finite dovranno risultare di sezione costante, continue, esenti da fessurazioni, solchi ai bordi del cordone, inclusioni di particelle eterogenee, soffiature per bolle gas, incollature per sovrapposizioni fredde, frastagliature, sfioriture, punte di spillo, ecc...

I bordi dei profilati a contatto non dovranno risultare, a saldatura ultimata, frastagliati o bruciati per eccesso di corrente. Per saldature a più passate si dovrà aver cura tra una passata e l'altra di asportare totalmente le scorie a mezzo di picchettatura e brossatura con spazzola metallica.

#### Bullonature

Le unioni bullonate dovranno rispondere alle prescrizioni di cui al p.to 11.3.2.6; non sono ammesse giunzioni bullonate aventi diametro inferiore a 12 mm, se non per giunzioni non strutturali.

I dadi dovranno essere avvitati con chiavi dinamometriche tarate per ciascun diametro di bullone. L'uso di chiavi fisse di adeguata lunghezza è consentita solo se autorizzato dalla Direzione Lavori. Non sarà ammessa, durante il montaggio, l'asolatura, ottenuta col cannello, di fori non combacianti per errato tracciamento. I bulloni necessari all'assemblaggio delle varie parti dovranno potersi infilare senza difficoltà e dovranno pervenire in cantiere in appositi contenitori.

#### Connettori

I connettori dovranno rispondere per quanto utile alle prescrizioni di cui al p.to 11.3.4.7. I connettori, pertanto, potranno essere di qualsiasi tipo, fermo restando quanto disposto nei punti precedenti.

#### MODALITÀ DI MONTAGGIO

L'Appaltatore nell'esecuzione del lavoro dovrà rispettare tutte le indicazioni operative e dimensionali prescritte da norme ed istruzioni tecniche e dalle specifiche indicazioni contenute nel presente CSA.

L'Appaltatore, prima del montaggio, dovrà provvedere ad eseguire un tracciamento e a ispezionare e verificare gli attacchi, gli allineamenti ed i livelli risultanti dalla parte di intervento da realizzare.

Sono a carico dell'Appaltatore gli oneri derivanti da eventuali anomalie e/o difformità rispetto agli elaborati di progetto, riscontrabili in cantiere.

Non saranno pertanto accettate soluzioni che prevedano "distorsioni" impresse alla struttura per facilitarne il montaggio.

L'Appaltatore dovrà provvedere a tutte quelle forniture, operazioni e lavorazioni, quali ad es. i noli di apparecchi di sollevamento e/o di sostegno, oltre alle gru di cantiere, che si rendessero necessarie per la realizzazione dei montaggi, nel corso della costruzione, in complete condizioni di stabilità dell'opera.

Sono a carico dell'Appaltatore gli oneri derivanti da predisposizioni ed attività di premontaggio in officina atte ad assicurare la perfetta assemblabilità delle opere in cantiere. L'Appaltatore dovrà provvedere altresì alla predisposizione di tutti quegli accorgimenti, quali dime, tirafondi, collegamenti, piastre di montaggio, nonché alla fornitura di malte e/o betoncini idonei, antiritiro e ad alta resistenza, necessari per gli ammassaggi previsti e/o utili al montaggio.

Le strutture metalliche montate dovranno rispondere alle seguenti tolleranze di montaggio:

dimensioni lineari:

fino a 15 m + 0; - 10 mm

da 15 m fino a 30 m + 0; - 15 mm

oltre 30 m + 0; - 20 mm

differenza di livello fra i terminali di una trave + 0; - 5 mm

Nella programmazione degli interventi l'Appaltatore, a proprio esclusivo onere e rischio, stabilirà l'ordine delle operazioni e di tutti gli interventi correlati con l'esecuzione delle opere di cui al presente articolo.

A tal fine dovranno essere previste e programmate tutte le operazioni e le forniture da effettuarsi su altri sottosistemi edilizi di interfaccia con le opere del presente articolo e che in via esemplificativa ma non limitativa sono qui di seguito elencate:

provvedere a predisporre fori e/o passaggi per tubazioni e condutture, relative a impianti tecnologici;

provvedere a predisporre inserti e/o elementi aggiunti saldati e/o bullonati idonei alla loro messa in opera;

provvedere a predisporre le strutture in c.a. o in muratura, ove indicato dagli elaborati di Progetto e/o dalla DL, per l'inserimento degli elementi metallici in oggetto.

#### ULTERIORI ONERI A CARICO DELL'IMPRESA

Oltre agli obblighi già menzionati restano a carico dell'Impresa, compresi nel prezzo pattuito ed elencati in via esemplificativa ma non esaustiva:

le prove di officina di premontaggio;

i controlli da attuarsi anche a campione, per lotti omogenei, nella misura fino al:

30% dello sviluppo delle saldature;

50% della quantità totale della bulloneria;

tutti gli oneri relativi ai trattamenti protettivi, ivi compresi i trasporti a e dai luoghi di realizzazione dei cicli di verniciatura ed i ritocchi eventualmente necessari in cantiere;

le maschere, le dime, i sostegni, i ponteggi, ove necessario, e quant'altro necessario per i montaggi in opera;

gli oneri per le attrezzature e/o per gli apparecchi di sollevamento e per il montaggio necessari per la messa in opera di tutti gli elementi in carpenteria metallica previsti in progetto;

la fornitura e l'applicazione di pezzi speciali in acciaio per la realizzazione di appoggi, basi e/o altri sistemi di interfacciamento tra strutture metalliche ed altri manufatti di qualsiasi natura e tipo;

l'onere derivante dalle condizioni emergenti in rapporto alla necessità di fornire le strutture metalliche e provvedere alla loro posa immediata e/o, a seconda dei casi, in un tempo successivo;

l'esecuzione di opere provvisorie di qualsiasi tipo, utili alla realizzazione ed al montaggio delle strutture metalliche descritte alle voci precedenti;

il rispetto di tutte le indicazioni che verranno impartite dalla D.L., anche in corso d'opera, per consentire il successivo montaggio delle apparecchiature e delle impiantistiche. Si noti che nei disegni allegati sono già indicate le disposizioni di queste apparecchiature e proprio per questo l'Impresa non potrà richiedere alcun compenso aggiuntivo, neanche in presenza di varianti rispetto alla posizione ed alla quota delle foronomie necessarie:

ogni altro onere per dare le opere finite a regola d'arte secondo le disposizioni di capitolato e quelle relative alle norme a cui gli elementi in carpenteria metallica, strutturali e non, possono fare riferimento anche se non espressamente menzionate negli elaborati di progetto e comunque impartite dalla DL.

#### **45. TUBAZIONI E PEZZI SPECIALI - QUALITÀ, PROVENIENZA ED ACCETTAZIONE**

Per accertare la buona qualità del materiale impiegato nella fabbricazione di tubi di qualsiasi genere, l'esattezza della lavorazione, il perfetto funzionamento degli apparecchi di manovra applicati alle tubazioni, la loro idoneità all'uso a cui devono servire, l'amministrazione avrà ampia facoltà di fare sorvegliare la lavorazione in officina a mezzo di propri incaricati e sottoporre i materiali e le tubazioni a tutte le prove e verifiche di collaudo che saranno ritenute necessarie.

A tale scopo l'appaltatore indicherà, subito dopo la consegna, la ditta fornitrice, la quale dovrà, durante la lavorazione, dare libero accesso nella propria officina agli incaricati dell'amministrazione e prestarsi in ogni tempo affinché possano verificarsi le prescrizioni di fornitura.

I tubi verranno presentati alla verifica completamente ultimati.

L'impresario, e per esso la ditta fornitrice, dovrà procurare i mezzi e la mano d'opera necessaria per eseguire le prove di collaudo.

La qualità del materiale impiegato sarà controllata ogniqualvolta l'amministrazione lo ritenga necessario, mediante le prove meccaniche, tecnologiche e pratiche prescritte per ogni singolo materiale, su appositi saggi, provini e barrette ricavati da pezzi forniti in aggiunta a quelli ordinati.

Malgrado il collaudo e le verifiche eseguite in officina, l'appaltatore resta garante delle tubazioni fino al collaudo finale delle opere e per tutto il periodo di garanzia, e cioè si impegna a sostituire, a tutte sue spese, quei pezzi che all'atto pratico non corrispondessero alle prove stesse.

#### **46. NORME GENERALI PER TUBAZIONI E MANUFATTI PER IMPIANTI FOGNANTI**

##### Progetto esecutivo

- La posa in opera di qualunque tipo di tubazione dovrà essere preceduta, qualora dal progetto non emergano specifiche indicazioni, dallo studio esecutivo particolareggiato delle opere da eseguire.
- Lo studio sarà completo di relazioni, calcoli, grafici e quant'altro necessario per individuare le opere sotto ogni aspetto, sia analitico che esecutivo.
- Dovranno comunque essere rispettate le "Norme tecniche relative alle tubazioni" emanate con D.M. 12 dicembre 1985 nonché le relative "Istruzioni" diffuse con Circolare Min. LL.PP. n. 27291 del 20 marzo 1986.
- I tubi, i raccordi e gli apparecchi da impiegare, del tipo e dimensioni prescritte, dovranno avere le caratteristiche indicate nel presente Capitolato o quelle più particolari o diverse eventualmente specificate in Elenco.
- La posizione esatta cui dovranno essere posti i raccordi o gli apparecchi dovrà essere riconosciuta od approvata dalla Direzione Lavori; di conseguenza resterà determinata la lunghezza dei diversi tratti di tubazione continua. Questa dovrà essere formata con il massimo numero possibile di tubi interi, così da

---

ridurre al minimo il numero delle giunture; resterà quindi vietato l'impiego di spezzoni, ove non riconosciuto strettamente necessario per le esigenze d'impianto.

- Resta stabilito che l'Appaltatore dovrà verificare le condizioni statiche delle tubazioni in rapporto anche ai carichi ovalizzanti e pertanto lo stesso sarà unico responsabile degli eventuali danni che dovessero verificarsi, per insufficiente ricoprimento o per mancanza od inidoneità delle protezioni.

#### Giunzioni in genere

- Le giunzioni dovranno essere eseguite secondo la migliore tecnica relativa a ciascun tipo di materiale, con le prescrizioni e le specifiche di dettaglio indicate dal fornitore.
- Le giunzioni non dovranno dar luogo a perdite di alcun genere, qualunque possa essere la causa determinante (uso, variazioni termiche, assestamenti, ecc.) e questo sia in prova, che in anticipato esercizio e fino a collaudo.
- I bicchieri dovranno essere possibilmente rivolti verso la direzione in cui procede il montaggio, salvo prescrizioni diverse da parte della Direzione Lavori. Gli assi dei tubi consecutivi appartenenti a tratte di condotta rettilinea dovranno essere rigorosamente disposti su una retta. Saranno comunque ammesse deviazioni fino ad un massimo di 5° (per i giunti che lo consentono) allo scopo di permettere la formazione delle curve a largo raggio. I tubi dovranno essere disposti in modo da poggiare per tutta la loro lunghezza.

#### Murature di contrasto e di ancoraggio

- Tutti i pezzi speciali come curve planimetriche ed altimetriche, derivazioni, estremità cieche di tubazioni, saracinesche di arresto, ecc., se inseriti in tubazioni soggette a pressione (anche occasionalmente), dovranno essere opportunamente contrastati od ancorati. Parimenti murature di ancoraggio dovranno costruirsi per le tubazioni da posare in terreno a forte pendenza, a distanza inversamente proporzionale alla pendenza stessa e differente a seconda del tipo di giunzione.
- I blocchi di contrasto saranno generalmente di calcestruzzo e verranno proporzionati alla spinta da sostenere, spinta che sarà funzione della pressione di prova e del diametro della tubazione.

Nel caso di curve verticali convesse, l'ancoraggio verrà assicurato da cravatte di acciaio fissate al blocco e protette contro la corrosione. In tutti i casi i giunti della tubazione dovranno risultare accessibili.

#### Attraversamenti

- In tutti gli attraversamenti stradali, ove non fossero presenti cunicoli o controtubi di protezione, dovrà provvedersi all'annegamento dei tubi in sabbia, curando che il reinterro sulla generatrice superiore non sia inferiore ad 1 m. Ove si dovessero attraversare dei manufatti, dovrà evitarsi di murare le tubazioni negli stessi, curando al tempo la formazione di idonei cuscinetti fra tubo e muratura a protezione anche dei rivestimenti.

#### Rinterro dei cavi

- L'altezza dei rinterri sulla generatrice superiore delle tubazioni potrà variare in rapporto alle condizioni del tracciato (morfologia e natura dei terreni e tipologia dei carichi). In ogni caso tale altezza non potrà essere inferiore a:
  - 0,60 m ove il tracciato interessi terreni incolti, boschi, strade pedonali;
  - 1,00 m nel caso di terreni coltivati e strade soggette a traffico leggero;
  - 1,50 m nel caso di strade soggette a traffico pesante.
- Resta comunque stabilito che l'Appaltatore dovrà verificare le condizioni statiche delle tubazioni in rapporto anche ai carichi ovalizzanti e pertanto lo stesso sarà unico responsabile degli eventuali danni che dovessero verificarsi, per insufficiente ricoprimento o per mancanza od inidoneità delle protezioni.

#### Pozzetti di ispezione

- Saranno preferibilmente realizzati con elementi prefabbricati atti a resistere ai carichi di I categoria. Potranno comunque essere realizzati in conglomerato cementizio Rck 350, armati con idonea armatura atta a resistere a carichi di I categoria ed avranno, di norma, salvo diversa indicazione della D.L., in ogni caso sezione non inferiore a 0,80 x 0,80 m e pareti di spessore non inferiore a 15 cm (se realizzati in opera).
- I pozzetti dovranno essere a perfetta tenuta idraulica, rimanendo inteso che tale disposizione vale anche per le tipologie seguenti, per cui l'inserimento delle tubazioni ai pozzetti dovrà avvenire con l'ausilio di manicotti adatti al tipo di materiale che saranno sigillati alla pozzetto con materiale idroespansivo.
- I pozzetti dovranno avere profilo di scorrimento continuo, nel caso di fognature nere e miste, ed idoneo volume di sedimentazione nel caso di fognature bianche.
- Quelli per acque nere e miste dovranno inoltre essere rivestiti con idonee resine protettive preferibilmente di tipo epossidico.
- I pozzetti di ispezione dovranno essere collocati in corrispondenza degli innesti, degli incroci, degli angoli e delle variazioni di pendenza; dovranno altresì essere collocati lungo l'asse delle canalizzazioni secondo quanto previsto negli elaborati grafici.

#### Pozzetti di salto

- In presenza di pendenze naturali rilevanti (zone di montagna, collina ed alta pianura) allo scopo di conservare nei condotti velocità inferiori al valore che determina l'erosione delle pareti, e comunque non superiori al valore di 2,50 m/sec, dovranno essere inseriti negli stessi dei "salti di fondo" ispezionabili, definiti anche "pozzetti di salto", che distruggano l'energia esuberante. Del pari gli stessi manufatti potranno essere realizzati ove occorresse posizionare gli sbocchi dei condotti ad una quota più elevata rispetto a quella del collettore principale.
- Nella tecnologia corrente i pozzetti di salto potranno essere del tipo con canna obliqua a 45°, con canna verticale a 90° o con scivolo, quest'ultimo tipo dovendosi ritenere di norma indicato per diametri dei condotti superiori a 50 cm ed in generale per i condotti di tipo semiovoidale od ovoidale.
- Altezze di salto fino a 30 cm, e per i condotti minori fino a 50 cm, verranno comunque assorbite da normali pozzetti di ispezione. Si darà luogo invece alla realizzazione dei salti di fondo, nei tipi descritti o similari, per altezze da 0,50 a 2,00 m. Per altezze superiori potrà ricorrersi a scivoli successivi, a manufatti a scala, a pozzi di caduta (con o senza mensole frangigettoni) o ad altri tipi di manufatti conformemente alle prescrizioni di progetto ed alle disposizioni della Direzione Lavori.
- Il numero dei salti di fondo dovrà in ogni caso essere limitato. Ove il loro inserimento risultasse però indispensabile (sulla base di quanto in precedenza indicato), la distanza ottimale tra gli stessi dovrà essere determinata, oltre che per considerazioni tecniche di impianto, sulla base anche della minimalizzazione dei costi complessivi.

#### Pozzetti di lavaggio

- Potranno essere di testa od intermedi (a lavaggio laterale). I primi saranno posti all'inizio di ciascuna fogna nera elementare ed anche nelle fogne principali prive di affluenti nel tratto iniziale; i secondi lungo i percorsi delle fogne eccessivamente lunghe e di scarsa pendenza.
- Nella forma più semplice i pozzetti saranno realizzati a doppia camera di cui la prima (di dimensioni non inferiori a 0,70 x 1,00 m) costituirà ispezione del condotto fognante (tratto iniziale o intermedio che sia) e la seconda costituirà vasca di raccolta dell'acqua di lavaggio e conterrà il dispositivo di sifonaggio automatico.
- Entrambe le camere dovranno essere ispezionabili attraverso idonei chiusini ed accessibili mediante scalette a pioli con gradini in acciaio zincato. La vasca avrà una capacità utile non inferiore a 0,5 m<sup>3</sup> e sarà rivestita con intonaco cementizio retinato, salvo diversa disposizione.

#### Pozzetti di scarico

- Intesi come pozzetti di scarico delle acque stradali (caditoie) potranno essere, in rapporto alla installazione prescritta, sia a caduta verticale che a bocca di lupo; entrambi nel tipo prefabbricato o realizzato in opera, con o senza sifone e con eventuale raccolta dei fanghi attuata a mezzo di appositi cestelli in lamiera di acciaio zincata e tramoggia di convogliamento.
- I pozzetti prefabbricati saranno di norma realizzati con elementi in conglomerato cementizio vibrato, ad elevato dosaggio di cemento, armato con tondo di acciaio nervato ed avranno spessore delle pareti non inferiore a 5 cm. Per l'innesto dei tubi dovranno essere dotati, a secondo dei tipi, di uno o più diaframmi sulle pareti, del diametro di 20÷30 cm, tali comunque da non alterare la resistenza delle pareti stesse. I pozzetti realizzati in opera saranno di norma costruiti in conglomerato cementizio dosato a 300 kg/m<sup>3</sup>, idoneamente armato, ed avranno spessore delle pareti non inferiore ad 8 cm.
- I pozzetti a caduta verticale avranno dimensioni interne non inferiori a 40 x 40 cm, se privi di sifone e non inferiore a 50 x 70 cm se sifonati.
- Questi ultimi dovranno essere completi di setto di divisione (di spessore non inferiore a 3 cm) o di altro tipo idoneo di intercettore (preferibilmente in ghisa ed ispezionabile), di elementi in conglomerato cementizio armato per la copertura della camera sifonata e di griglia con telaio. I pozzetti a bocca di lupo avranno dimensioni minime trasversali uguali a quelle precedentemente riportate, altezza non inferiore a 90 cm, e dovranno essere completi degli elementi di cui in precedenza, dove però la griglia sarà sostituita da idoneo chiusino.

#### Vasche per impianti

- Le vasche per impianti di sollevamento saranno realizzate preferibilmente con elementi prefabbricati in c.a. a pianta rettangolare.
- Dovranno essere fornite nel pieno rispetto delle dimensioni interne indicate negli elaborati progettuali; vasche con dimensioni diverse vanno comunque preventivamente autorizzate dalla Direzione Lavori.
- Gli spessori delle pareti si intendono sempre di massima, rimanendo inteso che le verifiche statiche esecutive delle opere dovrà essere redatto con piena responsabilità dall'Appaltatore.

#### 47. TUBAZIONI IN ACCIAIO PER RETI ACQUA

I tubi in acciaio per reti acqua saranno sia del tipo senza saldatura sia del tipo con saldatura, conformi alla norma UNI 10224, con rivestimento interno anticorrosivo a base di "polveri poliamminiche" applicate elettrostaticamente e polimerizzazione a forno, spessore 250±50 micron corredato di certificazione di idoneità al contatto con liquidi alimentari, secondo circolare n. 102 Ministero Sanità e D.M. 21/03/78, con riporto di metallizzazione inox tipo 3162 per una lunghezza di 50 mm all'interno delle testate in grado di assicurare la continuità di protezione anticorrosiva interna nelle zone di saldatura.

I tubi dovranno essere del tipo congiunto per saldatura di testa ad estremità smussate, con rivestimento esterno in polietilene esterno a calza triplo strato (primer, adesivo, polietilene), secondo la norma UNI 9099.

La lunghezza delle barre dovrà essere da 8,00 m e da 13,50 m con testate chiuse da coperchi; tutte le tubazioni dovranno essere corredate di tutte le certificazioni.

La fornitura potrà prevedere anche tubi di lunghezza inferiore a 8 m, ma in nessun caso minore di 4 m.

Le prove sulle tubazioni e la scelta degli spessori dovranno essere conformi a quanto previsto dal D.M. 12.12.1985.

<b>Diametro</b>		<b>Spessore</b>		<b>Acciaio</b>	
DN	80	2,9	mm	Fe	360
DN	100	3,2	mm	Fe	360
DN	125	3,6	mm	Fe	360
DN	150	4,0	mm	Fe	360
DN	200	5,0	mm	Fe	360
DN	300	6,3	mm	Fe	360
DN	350	6,3	mm	Fe	360
DN	400	6,3	mm	Fe	410
DN	450	6,3	mm	Fe	410
DN	500	6,3	mm	Fe	410
DN	600	6,3	mm	Fe	410
DN	700	7,1	mm	Fe	510

#### 48. TUBAZIONI E RACCORDI IN GHISA PER RETI ACQUA

Tubi

Le tubazioni dovranno essere ottenute mediante il procedimento produttivo della centrifugazione ed il trattamento termico della ricottura e ferritizzazione.

La lunghezza utile dovrà essere la seguente:

- per i diametri nominali fino a 600 mm incluso: 6 metri
- per i diametri nominali oltre 600 mm: 6/7 e/o 8 metri.

I tubi dovranno avere una estremità a bicchiere per giunzione a mezzo di anello di gomma.

Il giunto, che dovrà permettere deviazioni angolari e spostamenti longitudinali del tubo senza compromettere la tenuta, sarà elastico di tipo automatico, conforme alla Norma UNI 9163/2010.

La guarnizione dovrà presentare all'esterno un apposito rilievo per permettere il suo alloggiamento all'interno del bicchiere ed una forma conica con profilo divergente a "coda di rondine" all'estremità opposta. La tenuta sarà assicurata dalla reazione elastica della gomma. Le guarnizioni per il trasporto di acque potabili saranno conformi alla circolare n. 102 del Ministero della Sanità del 2/12/1978.

Le tubazioni dovranno essere inoltre rivestite internamente con malta cementizia d'altoforno per centrifugazione o con poliuretano secondo la normativa vigente

Le caratteristiche del poliuretano sono riportate nella seguente scheda :

Scheda tecnica del poliuretano :

Prodotto : resina a due componenti di struttura molecolare tridimensionale che ne determina un'alta resistenza meccanica.

Spessori : 1.5 dal DN 200 al DN 700

Resistenza a trazione : maggiore di 25 N / mmq.

Aderenza (trazione) : maggiore di 10 Mpa su campione stagionato.

Resistenza agli urti : maggiore di 15 Nm.

Allungamento : maggiore del 10%.

resistenza chimica : soluzioni saline, acide o basiche da pH 1 a pH 14.

Esternamente le tubazioni dovranno essere rivestite con uno strato di zinco purissimo applicato per metallizzazione e successivamente con vernice sintetica.

Raccordi

I raccordi in ghisa sferoidale dovranno essere conformi alle norme UNI 969/2009.

I raccordi dovranno avere le estremità a bicchiere per giunzioni a mezzo di anelli in gomma oppure a flangia.

Il giunto che dovrà permettere deviazioni angolari senza compromettere la tenuta sarà elastico di tipo meccanico a bulloni. La tenuta sarà assicurata mediante compressione, a mezzo di controflangia e bulloni, di una guarnizione in gomma posta nel suo alloggiamento all'interno del bicchiere.

I raccordi dovranno essere inoltre rivestiti internamente ed esternamente con vernice sintetica.

Le guarnizioni per il trasporto di acque potabili saranno conformi alla circolare n. 102 del Ministero della Sanità del 2/12/1978.

## 49. TUBAZIONI IN PVC

### Prescrizioni per l'accettazione del materiale

- Le prescrizioni per l'accettazione delle tubazioni e dei raccordi in PVC rigido da impiegarsi nell'ambito del presente appalto per la costruzione delle fognature e dei relativi allacciamenti, sono contenute nelle seguenti norme, che si intendono integralmente riportate:
- **UNI EN 1401-1:** Tubi e raccordi in PVC rigido per condotte di scarico interrate (tipi, dimensioni e requisiti **SN4 o superiore NON STRUTTURATO**).
- UNI ISO/TR 7473: Tubi e raccordi in PVC rigido - Resistenza chimica nei confronti dei fluidi.
- ISO TC 138/SC1 N 584: Raccomandazioni per la posa di condotte interrate in PVC (1983).
- I tubi ed i raccordi in PVC devono essere contrassegnati con il marchio di conformità IIP, che ne assicura la rispondenza alle norme UNI.

### Trasporto ed accatastamento dei tubi e dei raccordi

- Nel trasporto occorre supportare i tubi per tutta la loro lunghezza, onde evitare di danneggiarne le estremità a causa di vibrazioni.
- Si devono evitare urti, inflessioni e sporgenze eccessive, contatti con corpi taglienti ed acuminati.
- Le imbragature per il fissaggio del carico possono essere realizzate con funi o bande di canapa o di nylon o similari: se si usano cavi di acciaio i tubi devono essere protetti nella zona di contatto con essi.
- Soprattutto a basse temperature aumenta la possibilità di rottura dei tubi in PVC; in tali condizioni quindi tutte le operazioni di movimentazione (trasporto, accatastamento, posa in opera, ecc.) devono essere effettuate con la dovuta cautela.

### Carico e scarico

- I tubi non devono essere buttati né fatti strisciare sulle sponde caricandoli sull'automezzo o scaricandoli dallo stesso, ma devono essere accuratamente sollevati ed appoggiati.

### Accatastamento

- I tubi bicchierati, oltre alle avvertenze di cui sopra, devono essere accatastati con i bicchieri alternativamente sistemati (sia nelle file orizzontali, sia in quelle verticali) da una parte e dall'altra della catasta e sporgenti da essa.
- I tubi non devono essere accatastati ad una altezza superiore a 1,50 m, qualunque sia il loro diametro, per evitarne possibili deformazioni nel tempo.
- Qualora, per cause indipendenti dall'Impresa, l'accatastamento dovesse protrarsi in modo giudicato pericoloso dalla Direzione Lavori per la buona conservazione dei tubi, le cataste dovranno essere coperte con teli impermeabili ed isolanti dalle radiazioni solari.

### Raccordi ed accessori

- Questi pezzi possono essere forniti in appositi imballaggi. Se sono forniti sfusi si dovrà avere cura, nel trasporto ed immagazzinamento, di non ammucchiarli disordinatamente e si dovrà evitare che essi possano essere deformati o danneggiati per effetto di urti fra di loro o con altri materiali pesanti.

### Giunzioni e pezzi speciali

#### del tipo scorrevole:

- giunto a bicchiere del tipo scorrevole con tenuta mediante idonea guarnizione elastomerica;
- giunto a manicotto del tipo scorrevole costituito da un manicotto di PVC con tenuta mediante idonea guarnizione elastomerica;

#### del tipo non scorrevole:

- giunto a bicchiere del tipo non scorrevole ottenuto mediante incollaggio;
- giunto a manicotto del tipo non scorrevole costituito da un manicotto di PVC con tenuta mediante incollaggio;  
*giunto a flangie:*
- il giunto a flangie è del tipo con collare di appoggio di PVC incollato e/o saldato, flangia libera forata, guarnizione elastica di tenuta forata, rondelle, dadi, bulloni.
- I giunti saranno impiegati solo per giustificato motivo. In tal caso si avrà cura di valutare le eventuali dilatazioni termiche lineari i cui effetti possono essere assorbiti interponendo, a intervalli da calcolare in relazione alle effettive condizioni di esercizio, appositi giunti di dilatazione (ad es.: manicotti di PVC con guarnizioni elastomeriche).

#### Esecuzione delle giunzioni

- Il tubo va tagliato normalmente al suo asse a mezzo di sega a mano a denti fini o di fresa.
- L'estremità così ricavata, prima di essere introdotta nel rispettivo bicchiere (sia del tipo scorrevole, sia del tipo non scorrevole), deve essere smussata secondo un'angolazione del valore indicato dal fabbricante dei tubi, conservando all'orlo uno spessore variabile, crescente con i diametri, secondo valori indicati anch'essi dal fabbricante.

#### Giunto del tipo scorrevole a guarnizione elastica

- Occorre provvedere ad una accurata pulizia delle parti da congiungere, assicurandosi che le stesse siano integre; indi deve essere inserita la guarnizione elastica di tenuta nell'apposita sede e lubrificata la superficie interna della guarnizione nonché la superficie esterna della punta con apposito lubrificante (acqua saponosa o lubrificante a base di silicone ecc.); infine occorre segnare sulla parte maschia del tubo una linea di riferimento procedendo come segue:
  - si introduce il tubo nel bicchiere fino a rifiuto, segnando la posizione raggiunta;
  - si ritira il tubo 3 mm per metro di elemento posato, ma mai meno di 10 mm;
  - si segna in modo ben visibile sul tubo la nuova posizione raggiunta, che è la linea di riferimento.

#### Giunto del tipo non scorrevole ottenuto per incollaggio

- Occorre provvedere ad un'accurata pulizia delle parti da congiungere, mediante un solvente adatto, assicurandosi che le stesse siano integre; indi occorre spalmare sia l'interno del bicchiere sia l'esterno della punta con apposito collante fornito dalla ditta produttrice del tubo ed infine introdurre la punta nel bicchiere fino in fondo.

#### Giunto a flangia

- Dopo l'incollaggio e/o la saldatura dei collari (previa introduzione delle flange libere), occorre inserire tra i collari puliti la guarnizione e applicare i bulloni, le rondelle e i dadi, attuandone il serraggio a croce.

#### Pezzi speciali

- I pezzi speciali devono rispondere ai tipi, alle dimensioni ed alle caratteristiche stabiliti dalla norma UNI vigente.

#### Collegamenti speciali

- Il collegamento ad opere d'arte (quali pozzetti, impianti di trattamento, ecc.) deve avvenire a perfetta tenuta, realizzata mediante l'inserimento di giunzione elastica. Questa è ottenuta per mezzo di adatto pezzo speciale di PVC o di altro materiale giudicato idoneo dalla Direzione Lavori.

#### Profondità della trincea

- La profondità della trincea è determinata dalla pendenza da imporre alla tubazione e/o alla protezione che si intende fornire alla medesima. Detta profondità, in generale, deve essere maggiore di entrambi i seguenti valori:

*per tubi sotto traffico stradale o sotto terrapieno*

- $H \geq 1,00 \text{ m}$  e  $H \geq 1,5 * D$ ,

*Negli altri casi sarà:*

- $H \geq 0,50 \text{ m}$  e  $H \geq 1,5 * D$ .
- Non possono essere comunque utilizzati tubi del tipo UNI 302/2.
- Nel caso i condotti non possano essere interrati ad una profondità tale da garantire un ricoprimento minimo di 0,80 m (dall'estradosso superiore del condotto) si provvederà alla posa in opera di una soletta ripartitrice dei carichi avente spessore minimo 0,10 m in cls dosato a 200 kg per metro cubo sopra il rinfranco in sabbia.

#### Larghezza della trincea

- La larghezza minima del fondo è definita dagli appositi schemi tipo.
- In ogni caso è necessario predisporre, alle prevedibili distanze, opportune nicchie per l'alloggiamento dei giunti, in modo che anche questi siano opportunamente supportati.
- Nel corso di questa operazione deve essere controllata la pendenza della tubazione.

#### Letto di posa

- È costituito da materiale riportato (normalmente sabbia), in modo da costituire un supporto continuo alla tubazione.
- Sono da evitare, in quanto possibile, fondi costituiti da gettate di calcestruzzo o simili, che potranno essere realizzati solo su esplicita autorizzazione della Direzione Lavori.
- Il letto di posa non deve essere costituito prima della completa stabilizzazione del fondo della trincea.
- Il materiale da impiegare per la costituzione del letto di posa e, successivamente, del rinfiacco, è sabbia.
- Il materiale impiegato deve essere accuratamente compattato in modo da ottenere l'indice Proctor prescritto.
- L'altezza minima del letto di posa è pari a 10 cm.

#### Riempimento

si sottolinea che il riempimento delle trincee, ed in generale degli scavi, è l'operazione fondamentale della posa in opera delle fognature in PVC.

- Infatti, trattandosi di tubazioni in PVC e quindi flessibili, l'uniformità del terreno circostante è fondamentale per la corretta realizzazione di una struttura portante, in quanto il terreno, deformato dalla tubazione, reagisce in modo da contribuire a sopportare il carico imposto.
  - Il materiale, che deve essere dello stesso tipo di quello usato per la costituzione del letto di posa, verrà sistemato attorno al tubo e costipato a mano o con mezzo meccanico per formare strati successivi di 20÷30 cm fino alla mezzera del tubo, avendo la massima cura nel verificare che non rimangano zone vuote sotto al tubo e che il rinfiacco tra tubo e parete dello scavo sia continuo e compatto.
  - Durante tale operazione dovranno essere recuperate le eventuali impalcature poste in opera per il contenimento delle pareti dello scavo.
  - Il secondo strato di rinfiacco giungerà fino alla generatrice superiore del tubo. La sua compattazione dovrà essere eseguita sempre con la massima attenzione.
  - Il terzo strato giungerà ad una quota superiore per 15 cm a quella della generatrice più alta del tubo. La compattazione avverrà solo lateralmente al tubo, mai sulla sua verticale.
  - Nel caso di posa di tubazioni in PVC in terreno naturale, dovranno essere seguite le ulteriori norme riportate nel seguito del presente articolo.
  - L'ulteriore riempimento sarà effettuato con il materiale proveniente dallo scavo, depurato dagli elementi con diametro superiore a 10 cm e dai frammenti vegetali ed animali.
  - Gli elementi con diametro superiore a 2 cm, presenti in quantità superiore al 30%, devono essere eliminati, almeno per l' aliquota eccedente tale limite.
  - Le terre difficilmente comprimibili (torbose, argillose, ghiacciate, ecc.) sono da scartare.
  - Il riempimento va eseguito per strati successivi di spessore pari a 30 cm che devono essere compattati ed eventualmente bagnati per lo spessore di 1,00 m (misurato dalla generatrice superiore del tubo). L'indice di Proctor risultante deve essere superiore a quello previsto dal progettista.
- Infine va lasciato uno spazio libero per l'ultimo strato di terreno naturale.
- Al termine di tutte le suddette operazioni la tubazione posata dovrà risultare esente da deformazioni trasversali superiori al 5% del diametro nominale.
  - Tale condizione sarà verificata in corso d'opera ovvero in sede di collaudo finale.

## **50. TUBAZIONI IN GRÈS**

Tutte le tubazioni in grès, compresi i relativi pezzi speciali, forniti e posti in opera, dovranno essere conformi alla norma UNI EN 295, che qui si intende integralmente riportata.

I materiali di grès devono essere di vero grès ceramico a struttura omogenea, smaltati internamente ed esternamente con smalto vetroso, non deformati, privi di screpolature, di lavorazione accurata e dotati di innesto a manicotto e bicchiere.

I tubi saranno cilindrici; saranno tollerati solo eccezionalmente, nel senso della lunghezza, curvature con freccia inferiore a 1/100 della lunghezza di ciascun elemento.

In ciascun pezzo i manicotti devono essere formati in modo da permettere una buona funzione nel loro interno e l'estremità opposta sarà lavorata esternamente a scannellature.

I pezzi battuti leggermente con un corpo metallico dovranno rispondere con un suono argentino per denotare buona cottura ed assenza di screpolature non apparenti.

Lo smalto vetroso deve essere liscio specialmente all'interno, chimicamente immedesimato con la pasta ceramica, di durezza non inferiore a quella dell'acciaio ed inattaccabile dagli alcali e dagli acidi concentrati, ad eccezione soltanto dell'acido fluoridrico.

La massa interna deve essere uniforme, omogenea, senza noduli estranei, assolutamente priva di calce, dura, compatta, resistente agli acidi (escluso il fluoridrico) ed agli alcali, impermeabile in modo che un pezzo immerso, perfettamente secco, nell'acqua non assorba più del 3,5% in peso.

I tubi, provati isolatamente, debbono resistere alla pressione interna di almeno 3 bar.

#### Posa in opera.

I tubi in gres salvo diversa indicazione di progetto, dovranno essere appoggiati su un apposito letto di sabbia grossa o ghiaio spezzato di spessore uniforme e corrispondente in ogni suo punto a quello prescritto, con nicchie per l'alloggiamento dei giunti.

Prima di procedere alla posa, le tubazioni devono essere controllate per verificare la loro integrità.

Verranno calate nello scavo con il segno di riferimento bianco rivolto verso l'alto. Le estremità delle tubazioni da unire verranno pulite, anche da eventuali bave con uno straccio morbido, e lubrificate con gli appositi lubrificanti forniti dai produttori o con sapone liquido (mai con oli minerali), prestando attenzione affinché la punta non si sporchi prima di penetrare nel bicchiere nel manicotto della tubazione già posata.

I tubi dopo essere stati posti sul letto di sabbia dovranno essere rinfiancati sempre in sabbia in modo tale da creare una sella di appoggio di 90° circa, e successivamente ricoperti con materiale inerte (sabbia o ghiaietto) secondo le indicazioni di progetto della Direzione Lavori.

Potrà essere richiesta in particolari situazioni statiche la posa del tubo sopra un massetto in conglomerato cementizio magro con spessore e larghezza indicate dalla Direzione Lavori.

La spinta per l'innesto dei tubi dovrà essere esercitata in modo dolce ed uniforme lungo il loro asse, anche mediante la benna dell'escavatore e proteggendo il tubo con un pezzo di tavola in legno, comunque ripartita in modo tale da non danneggiare le superfici dei giunti e da non causare movimenti o danni nella parte di fognatura già posata.

#### Esecuzione delle giunzioni.

Dovendosi procedere al taglio di un tubo, si dovrà utilizzare l'apposita catena da taglio in modo da eseguire un taglio netto contemporaneo su tutta la circonferenza.

Prima del collegamento si smusseranno le asperità del taglio con apposita mola, procedendo alla pulizia e lubrificazione dello spezzone prima dell'inserimento dell'apposito anello adattatore.

Nel caso si debba eseguire un collegamento tra due tubi senza aver la possibilità di utilizzare un pezzo speciale occorrerà impiegare una carotatrice.

#### Collegamenti speciali.

Si raccomanda in tali operazione l'utilizzo di tutta la gamma di raccordi e pezzi speciali disponibili, che consentono di risolvere ogni tipo di problema.

Qualora si dovesse collegare un tubo in gres con un tubo in PVC di dovrà utilizzare un apposito raccordo.

## **51. TUBAZIONI IN ACCIAIO INOX**

I tubi elettrouniti e calibrati in acciaio inox usati per realizzare le condotte di processo, ottenute con giunzioni saldate, flangiate o di altro tipo, se espressamente specificato, e destinate al trasporto di acqua, liquami, fanghi biologici e/o aria potranno essere del tipo AISI 304, AISI 304L, AISI 316 e AISI 316L in funzione delle condizioni di impiego e delle prescrizioni di progetto.

Gli spessori di riferimento sono quelli indicati nell'elenco descrittivo delle lavorazioni e forniture.

I tubi da impiegarsi sono quelli del settore di utilizzo "Conduzione fluidi – Costruzione" che saranno marcati in accordo con le norme di produzione e risponderanno alle norme di produzione DIN 17455, corrispondenti anche alle norme NFA 49147 e ASTM – ASME : A 778 e A 269.

Al fine di evitare e/o limitare problemi di corrosione durante la progettazione, l'assemblaggio, l'installazione e nelle successive fasi di messa a punto occorrerà agire secondo la buona tecnica che impone di adottare alcune avvertenze; seguono le principali:

- progettare possibilmente in modo da escludere gli interstizi;
  - impiegare il tipo AISI 304 per livelli di cloruri fino a 200 ppm;
  - impiegare il tipo AISI 316 per livelli di cloruri fino a 1.000 ppm, oppure per livelli al di sotto di 200 ppm di cloruri e in presenza di interstizi, o infine quando sia richiesta elevata affidabilità all'impianto;
  - impiegare i tipi AISI 304L e AISI 316L, in luogo del AISI 304 e del AISI 316, per i manufatti che prevedono saldature;
  - effettuare le saldature con personale qualificato e seguendo procedure omologate;
  - accertarsi, prima della saldatura, che i giunti siano puliti ed esenti da ossidi;
  - decontaminare la superficie inox dalle particelle ferrose che si fossero intrappolate nell'inox.
- L'accertamento è molto semplice basta bagnare con acqua la superficie da controllare e ispezionarla il giorno

dopo. I microscopici anodi di ferro incastrati sulla estesa superficie catodica di inox saranno arrugginiti. Bisognerà allora rimuoverli o per via meccanica con la molatura, o per via chimica con il decapaggio;

- prevedere la piena penetrazione delle saldature e la lisciatura dei cordoni;
- prevenire la formazione di ossidi colorati durante la saldatura, ricorrendo a gas inerte sul fronte sia sul retro della saldatura; se necessario procedere alla rimozione di eventuali ossidi con decapaggio, molatura o pulitura elettrolitica;
- ricorrere, appena possibile, alla prefabbricazione dell'impianto, in modo da poter decapare a piè d'opera le saldature circolari delle varie sezioni, prima dell'assemblaggio finale;
- utilizzando flange e guarnizioni occorre adottare l'avvertenza che queste ultime, se destinate a separare metalli dissimili, siano non porose, elettricamente isolanti e che non rilascino cloruri;
- prevedere pendenze sufficienti per il completo drenaggio delle tratte orizzontali, tenendo conto della deformazione elastica tra i punti di appoggio, fondamentale escludere contro pendenze;
- drenare completamente l'impianto dopo le prove di tenuta, qualora si prevede debba rimanere vuoto a lungo provvedere al soffiaggio delle tratte orizzontali con aria compressa;
- negli impianti che devono restare pieni è raccomandata la circolazione dell'acqua una volta al giorno escludendo la possibilità di ritenzioni d'acqua che nel tempo diverrebbe acqua stagnante.
- negli impianti di trattamento e nelle reti di distribuzione prevedere velocità dell'acqua dolce superiori a 1 m/s per le acque torbide ed a 0.5 m/s per le acque chiare che non danno luogo a sedimenti;
- impiegare coibentazioni che non comportino cessioni di cloruri.

## **52. TUBAZIONI IN POLIETILENE PER RETI IN PRESSIONE**

I tubi in polietilene da impiegare saranno del tipo PE 100 - SIGMA 80, ad alta densità per fluidi in pressione PN 10 o superiori, realizzati mediante estrusione, secondo progetto di norma EN 12201, inoltre conforme alle norme UNI 10910 e UNI 10953, contrassegnati con il marchio di conformità P.I.I.P.; ottenuto dalla trasformazione di granulo vergine precolorato di alta qualità.

In deroga al progetto di norma sopraccitato, si richiede che il tubo in oggetto sia prodotto in colorazione verde con generatrici di riconoscimento e con coperchi di protezione alle due estremità.

I tubi saranno forniti esclusivamente in verghe di lunghezza minima di 5 m e massima di 12 m per tutti i diametri.

Sono tollerati tubi in rotoli di lunghezza massima di 100 m e fino a un diametro esterno De 50.

Dovranno essere usati tubi che presentino il marchio dell'I.I.P. nonché tutte le marcature previste dalle norme citate.

Sono inclusi nel prezzo della fornitura del tubo sia l'onere dell'analisi del materiale, da eseguirsi presso il Laboratorio Multizonale di Igiene e Profilassi, in base all'allegato B del D.M. 15.04.1966 modificato con D.M. del 21.03.1973, sia l'onere per le prove di conformità alle norme UNI 7611 da eseguirsi secondo quanto previsto dalla norma UNI 7615. La posa deve avvenire nel rispetto della norma UNI 11149:2005 "Posa in opera e collaudo di sistemi di tubazioni di polietilene per il trasporto di liquidi in pressione".

Al fine di completare il pacchetto di copertura secondo le opere oggetto di appalto, è onere dell'Impresa la realizzazione di tutte le operazioni propedeutiche all'adattamento dell'esistente rete di captazione del biogas di discarica alla configurazione di progetto, nel rispetto delle modalità operative ivi delineate, funzionali a garantire la funzionalità dell'impianto di recupero energetico.

Come descritto di seguito, le operazioni in carico all'Impresa sono riconducibili alle seguenti tipologie.

## **53. OPERE E LAVORAZIONI PREVISTE SULLA RETE DI CAPTAZIONE DEL BIOGAS**

### Rete di trasporto del biogas

La rete di trasporto del biogas, a opere completamente ultimate, sarà costituita da linee di collegamento delle teste di pozzo e dei drenaggi suborizzontali alle stazioni di regolazione, che convogliano il gas raccolto alla centrale di aspirazione e combustione. Tutte le tubazioni della rete di trasporto del biogas saranno realizzate in polietilene ad alta densità tipo PE80, serie S8 SDR17,6, e conformi alla norma UNI per gas combustibili. Anche le tubazioni di trasporto delle condense saranno realizzate in polietilene ad alta densità (per liquidi corrosivi) e verranno fornite e posate in modo del tutto analogo alle linee gas. Le tubazioni in HDPE di trasporto del biogas, caratterizzate da

tutti i requisiti indicati in precedenza, saranno interrati per tutta la loro lunghezza. Durante la posa delle tubazioni si dovrà porre attenzione ad evitare fenomeni di ritiro e di trazione: a questo scopo si dovrà considerare l'opportunità di effettuare gli interventi nelle ore più adatte della giornata, a seconda della stagione, e di lasciare, ove possibile, una leggera abbondanza nei tracciati.

#### Rete di captazione del biogas

Tutte le tubazioni necessarie al collegamento dei vari manufatti di gestione del biogas saranno realizzate in polietilene ad alta densità tipo PE80, serie S8 SDR17,6, e conformi alle norme UNI per gas combustibili. Le tubazioni in HDPE di trasporto del biogas saranno caratterizzate da tutti i requisiti indicati agli articoli precedenti. Durante la posa delle tubazioni si dovrà porre attenzione ad evitare fenomeni di ritiro e di trazione: a questo scopo si dovrà considerare l'opportunità di effettuare gli interventi nelle ore più adatte della giornata, a seconda della stagione, e di lasciare, ove possibile, una leggera abbondanza nei tracciati.

#### Opere di demolizione e nuova installazione di tubazioni del biogas

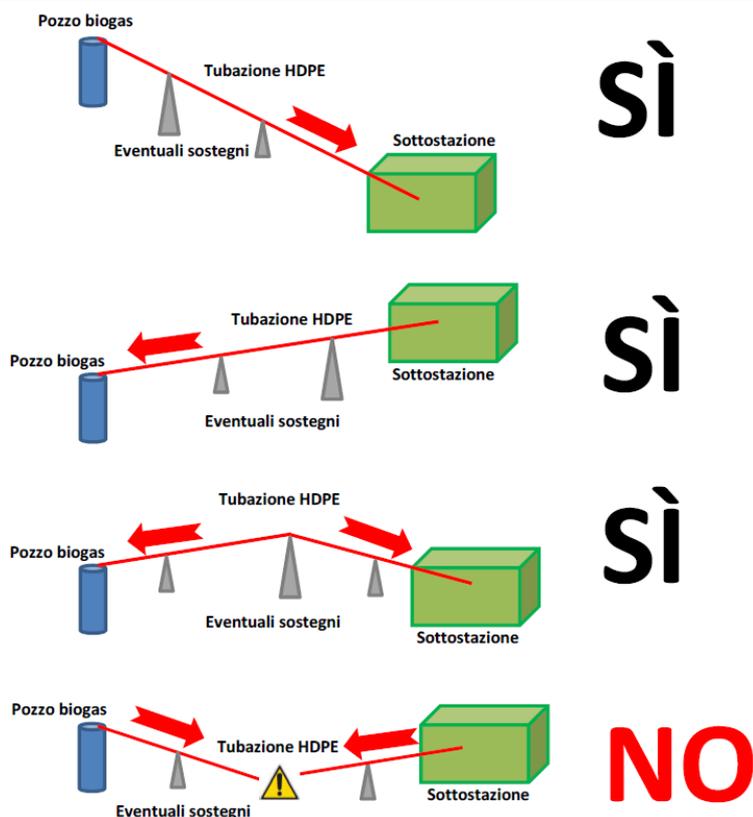
Sul sedime delle aree oggetto d'intervento possono essere presenti pozzi di estrazione del biogas, tubazioni "secondarie" afferenti a sottostazioni dalle quali si diramano tubazioni "primarie" di collegamento all'impianto di trattamento.

Poiché l'attuale percorso delle tubazioni "secondarie" interferisce con le lavorazioni in oggetto, al fine di procedere alla realizzazione del pacchetto di copertura può rendersi necessario provvedere alla loro disconnessione dai rispettivi pozzi, demolizione e sostituzione con nuove linee, secondo la modalità di seguito descritta:

- chiusura della valvola posta in corrispondenza della testa di pozzo;
- chiusura della valvola relativa al pozzo presso la sottostazione;
- disconnessione della tubazione "secondaria", agendo sulla flangia posta in corrispondenza del pozzo;
- smontaggio di tutti gli eventuali impalcati in tubazioni "dalmine" o similari;
- spostamento della tubazione "secondaria" al di fuori dell'area di intervento e successivo smaltimento;
- esecuzione di tutte le lavorazioni in progetto, con prolungamento della testa di pozzo solo ove necessario (si veda paragrafo seguente) e costruzione con una geometria opportuna degli impalcati di sostegno;
- collocazione di nuove tubazioni "secondarie" lungo i tracciati definitivi, con fissaggio ad eventuali impalcati con fascette in nylon di dimensioni idonee;
- riconnessione della tubazione al pozzo, connessione alle sottostazioni di regolazione di nuova definizione, e apertura delle valvole.

L'Impresa dovrà curare che il percorso finale delle tubazioni "secondarie", anche tramite il ricorso ai già citati impalcati, e anche ove nello stato di fatto non presenti ad oggi questi requisiti, presenti pendenze tali da garantire l'ottimale sgrondo delle condense normalmente presenti all'interno delle tubazioni verso il pozzo e/o verso la sottostazione, senza che si verifichino punti di ristagno, che potrebbero determinare ostruzioni al flusso gassoso.

La figura che segue chiarisce schematicamente il concetto di cui sopra:



La disconnessione dei pozzi di captazione del biogas non potrà evidentemente avvenire in una sola soluzione ad inizio cantiere; questo infatti porterebbe ad un inaccettabile prolungato malfunzionamento dell'impianto di recupero energetico.

La disconnessione dovrà pertanto avvenire per settori, secondo le tempistiche previste; le operazioni di copertura dovranno pertanto essere organizzate di conseguenza, per aree di intervento finite.

Analogia logica dovrà guidare la demolizione e ricostruzione delle tubazioni "primarie".

Eventuali differenti modalità organizzative dovranno essere proposte formalmente con congruo anticipo al Direttore dei Lavori, che si riserverà di accettarle previa verifiche tecniche di concerto con la gestione del sito.

Complessivamente tutte le operazioni di:

- smontaggio di teste di pozzo, tubazioni e impalcati;
- smaltimento delle tubazioni in HDPE;
- accatastamento in cantiere dei sostegni metallici smontati;
- sopraelevazione pozzi e rimontaggio di teste di pozzo;
- nuova installazione di tubazioni e impalcati, con configurazione e percorso differenti dallo stato di fatto, al fine di garantire l'ottimale funzionamento della rete, secondo indicazioni di progetto e della Direzione Lavori;

risultano a totale onere e cura dell'Impresa appaltatrice, che quindi non potrà avere alcunché a pretendere in merito.

#### Sopraelevazione dei pozzi di captazione del biogas

I pozzi di captazione del biogas ricadenti nel sedime di intervento dovranno essere oggetto di sopraelevazione a cura dell'Impresa, al fine di rendere gli stessi idonei allo scenario di progetto, le cui quote risulteranno modificate in virtù della posa di strati di copertura.

In particolare si considera che l'altezza ottimale di una testa di pozzo dal piano finito sia pari a 1 metro; la sopraelevazione in parola dovrà pertanto avvenire a partire da questa necessità, tramite un opportuno allungamento delle teste attualmente presenti .

Le modalità di intervento sono descritte negli elaborati grafici, nell'elenco prezzi e di seguito ribadite.

Supponendo di avere già provveduto alla disconnessione ed allontanamento della tubazione "secondaria" con le modalità di cui al paragrafo precedente, per ogni testa di pozzo da sopraelevare si dovranno effettuare le seguenti operazioni:

1. Rimozione testa di pozzo;

2. Prolungamento della sonda drenante con tubo cieco in HDPE PE 80 S8 SDR 17,6 dello stesso diametro (lunghezza variabile), previo eventuale inserimento di pezzi speciali quali curve (in presenza di pozzi che vengono a giorno in direzione inclinata).

La giunzione al tratto di tubo esistente sarà effettuata con manicotto elettrosaldabile.

3. Sigillatura con materiale argilloso della zona adiacente la sonda drenante;

3. Realizzazione di gonnellino in HDPE di collegamento del tubo cieco alla geomembrana in HDPE posata in copertura, al fine di costituire uno strato impermeabile continuo e privo di interruzioni. L'opera è da realizzarsi mediante la fornitura e la posa di gonnellini in telo di HDPE spessore 1,5 mm, da saldare ad estrusione ai pozzi e alla geomembrana, e da assicurare ulteriormente ai pozzi con fascetta metallica; per gonnellini si intendono porzioni di telo a forma di corona circolare. Una soluzione di fissaggio alternativa a quella descritta è l'applicazione (mediante saldatura) di un tacchetto di ancoraggio al tubo, a cui fissare la geomembrana mediante saldatura ad estrusione.

4. Ricollocazione testa di pozzo o installazione di nuova qualora quella provvisoria risulti inadeguata.

La giunzione al tratto di prolunga sarà effettuata con manicotto elettrosaldabile.

Le caratteristiche costruttive della testa di sonda dovranno rispettare i seguenti requisiti minimi:

- costruzione interamente in HDPE PE 80 S8 SDR 17,6;

- diametro esterno coerente con quello del prolungamento

- giunzione realizzata con manicotto elettrosaldabile o flangia;

- lunghezza minima 0,80 m ;

- chiusura superiore in HDPE serrata con flangia al tubo guida, di adeguate dimensioni e spessore equivalente a serie 8 (SDR 17,6).

La chiusura dovrà essere dotata di due tappi di ispezione, uno da 1" ed uno da 2" (chiusura filettata con guarnizione e tappo);

- derivazione a T per collegamento a tubazione DN 90 PE80 S8 SDR 17,6, compreso riduzioni, cartelle, pezzi speciali e saldature del caso;

- segmento di misura e regolazione in HDPE DN 90 PE80 S8 SDR 17,6, completo di ogni pezzo speciale e lavorazione per garantire la presenza ed il corretto funzionamento di: 1) sezione di misura con almeno due attacchi da 1" e 1/2" per le relative misure di portata, temperatura, depressione e qualità del biogas; 2) valvola di regolazione manuale DN90 con leva di manovra con posizione regolabile gradualmente con steli, farfalla color giallo con albero in AISI 316, membrana NBR, castello e bonnet in ghisa G25; - bulloneria in acciaio inox;

- eventuale tratto di tubo DN90 di adeguata lunghezza e comunque valutato in almeno 1,5 metri, per raccordare la testa di pozzo alle linee di trasporto di superficie DN90 o DN110, con caratteristiche di resistenza superiori al tubo utilizzato per il trasporto del biogas, compreso i fissaggi di sigillatura in acciaio e gli eventuali raccordi;

- riduzioni necessarie;

- tappi di chiusura prese campioni;

- indicazione del numero progressivo di installazione;

- saldature di giunzione dei vari componenti realizzate per polifusione.

Compreso ogni altro onere per dare il perfetto convogliamento dei flussi aspirati/insufflati, la perfetta ispezionabilità, regolazione e controllo dell'intera opera, nel pieno rispetto della normativa vigente per temperatura esterna fino a -20 °C.

Compresa la pulizia preliminare della zona adiacente al pozzo e la sua successiva risistemazione, nonché ogni manodopera, nolo, fornitura e lavorazione.

Incluso e compensato l'onere per l'assemblaggio dei vari elementi, il materiale di collegamento e di guarnizione, l'esecuzione delle saldature e quant'altro necessario per dare il lavoro finito a regola d'arte.

Si faccia riferimento alle già citate illustrazioni grafiche.

Si dovrà tenere conto che le aree poste intorno ai pozzi di estrazione del biogas risultano sottoposte a classificazione ATEX relativa ad ambienti a rischio di esplosione.

Tutte le operazioni di sopraelevazione in parola dovranno pertanto rispettare le prescrizioni riportate sugli elaborati di sicurezza, ed essere preventivamente concordate con il Coordinatore per la Sicurezza in fase di Esecuzione.

In particolare, come già accennato, è preclusa ogni operazione di saldatura sulla testa di pozzo non precedentemente allontanata dalla posizione originale, e comunque negli immediati dintorni del pozzo.

Evidentemente, dovranno essere minimizzate le tempistiche di intervento su ogni singolo pozzo, così da limitare la dispersione di biogas in atmosfera, e la conseguente propagazione di odori molesti.

#### Trivellazioni di pozzi del biogas

Le eventuali perforazioni all'interno della discarica dovranno essere eseguite "a secco" avendo cura di non alterare l'equilibrio della massa dei rifiuti. Il diametro finito della perforazione sarà di mm 600, con una profondità variabile a seconda del punto di captazione, indicata di volta in volta dalla DL. Le perforazioni avvengono in un materiale potenzialmente infiammabile ed esplosivo. Per tale motivo, è indispensabile che il personale operante sulla discarica sia informato dei rischi presenti, si uniformi a rigidi codici di comportamento e sia dotato di opportune attrezzature per prevenire ed estinguere eventuali incendi. Al termine della perforazione sarà calato nel foro il tubo sonda in PEAD fessurato descritto al paragrafo precedente, rivestito mediante il riempimento dell'intercapedine tra tubo e parete del pozzo con ghiaietto siliceo o quarzifero selezionato, di granulometria pari a 20 - 40 mm. Il materiale non dovrà essere di origine calcarea, al fine di evitare fenomeni di calcificazione che potrebbero ridurre la capacità filtrante del pozzo. Il tratto sommitale dei pozzi verrà sigillato con argilla in corrispondenza della testa di pozzo, come indicato nei particolari dei rispettivi progetti esecutivi.

#### Demolizione di sottostazione di regolazione del biogas

Nel prezzo sono compresi tutti i costi e gli oneri relativi a mezzi, attrezzature, materiali e prestazioni di manodopera necessari per l'esecuzione della lavorazione, con attività riepilogate nel seguito in modo indicativo e non esaustivo:

- verifica dell'esatta posizione dei collegamenti esistenti relativamente alla gestione del biogas, sia in ingresso (biogas dal cumulo dei rifiuti) che in uscita (biogas verso la stazione di aspirazione e scarico delle condense verso apposito barilotto esterno allastazione);
- verifica delle strutture in calcestruzzo e metalliche presenti nella sottostazione da demolire;
- verifica degli ulteriori collegamenti idraulici, pneumatici, elettrici e di controllo e regolazione presenti nella sottostazione, comprese reti infrastrutturali esterne;
- coordinamento di tutte le attività relative allo scollegamento della sottostazione con i tecnici responsabili della gestione della discarica e redazione di un preventivo piano di intervento accettato dalla D.LL.;
- realizzazione della viabilità di accesso all'area di intervento per la demolizione della sottostazione, predisponendo una viabilità che permetta il transito e la mobilità in sicurezza di tutti i mezzi previsti nel piano di cui al punto precedente;
- scollegamento idraulico della rete di aspirazione biogas e della tubazione di scarico delle condense;
- scollegamento dell'impianto elettrico e di messa a terra delle varie strutture metalliche;
- rimozione di tutti gli elementi presenti per il convogliamento e la regolazione dei flussi gassosi e delle condense da questi estratti loro conservazione in area adeguata.

Lo smontaggio dovrà prevedere anche la pulizia dei vari elementi per il loro eventuale riutilizzo in sottostazione di nuova costruzione, compensata a parte con specifica voce del presente elenco prezzi;

- scavo per la rimozione del pozzetto di scarico delle condense esistente ed altri eventuali elementi interrati;
- reinterro delle depressioni determinate dalle attività operative e dalla rimozione di elementi quali il barilotto di separazione e scarico delle condense;
- demolizione della struttura del coperto e di quella in elevazione, il basamento ed il sottofondo della sottostazione esistente;
- ripristino di una morfologia coerente con quella iniziale e di tutti i sistemi per la corretta regimazione ed il deflusso delle acque meteoriche.

Compreso il carico, il trasporto, lo scarico e l'accatastamento del materiale derivante dalla completa demolizione della sottostazione in area preventivamente indicata dalla D.LL. all'interno del cantiere, o in alternativa il suo smaltimento, a discrezione della D.LL.;

- pulizia dell'area da ogni elemento riconducibili alla presenza o alla demolizione della sottostazione esistente.

#### Rimozione ed installazione in nuova posizione di sottostazione di regolazione del biogas

Nel prezzo sono compresi tutti i costi e gli oneri relativi a mezzi, attrezzature, materiali e prestazioni di manodopera necessari per l'esecuzione della lavorazione, con attività riepilogate nel seguito in modo indicativo e non esaustivo:

- verifica delle dimensioni della sottostazione e dell'esatta posizione dei collegamenti esistenti relativamente alla gestione del biogas, sia in ingresso (biogas dal cumulo dei rifiuti) che in uscita (biogas verso la stazione di aspirazione e scarico delle condense verso apposito barilotto esterno alla stazione);
- verifica della struttura metallica a supporto della sottostazione e dei punti di aggancio per il suo spostamento;
- verifica degli ulteriori collegamenti idraulici, pneumatici, elettrici e di controllo e regolazione presenti nella sottostazione;
- coordinamento di tutte le attività relative allo scollegamento della sottostazione con i tecnici responsabili della

gestione della discarica e redazione di un preventivo piano di intervento accettato dalla D.LL.;

- realizzazione della viabilità di accesso all'area di intervento e della piazzola di nuova installazione della sottostazione.

Nello specifico deve essere predisposta una viabilità che permetta il transito e la mobilità in sicurezza di tutti i mezzi utili alla rimozione ed al ricollocamento della sottostazione, compreso eventuali autogrù, e deve essere predisposta una piazzola in materiale arido su cui collocare la sottostazione. Questa ultima operazione prevede la rimozione dei teli artificiali presenti, lo scotico dello strato edafico, la regolarizzazione del fondo e la posa di materiali granulari aridi compattati, fino alla formazione di un piano regolare in cui installare il basamento della sottostazione. La piazzola sarà raccordata alla copertura esistente mentre sul lato di monte il rilevato sarà rivestito con terreno a matrice argillosa, formando una cunetta a protezione della piazzola, così da intercettare e convogliare le acque meteoriche corrivanti sulla copertura della discarica, il tutto raccordato alle protezioni artificiali realizzate dal gestore, da conservare e ripristinare, se danneggiate durante le lavorazioni;

- costruzione del basamento di appoggio della sottostazione, tale da garantire un franco perimetrale di almeno 20 cm rispetto alle sue effettive dimensioni; esso sarà realizzato con ghiaia, dello spessore di almeno 60 cm, e dotato di travi di appoggio in calcestruzzo Rck 350 armato;

- adeguamento delle reti infrastrutturali e dei servizi rispetto alla nuova posizione della sottostazione;

- scollegamento idraulico della rete di aspirazione biogas e della tubazione di scarico delle condense;

- scollegamento dell'impianto elettrico e di messa a terra delle varie strutture metalliche;

- rimozione e ricollocamento in nuova posizione della sottostazione, completa di tettoia e di parapetti metallici;

- carico, trasporto e scarico con accumulo delle terre e dei rifiuti provenienti dalle attività di scavo, con gestione dei flussi separata seconda delle caratteristiche del materiale scavato. I due flussi (terre di copertura e rifiuti) dovranno essere trasportati nelle posizioni preventivamente indicata dalla D.LL. all'interno del cantiere o nell'adiacente lotto di discarica in fase di gestione operativa;

- carico, trasporto, scarico e compattazione di terre argillose già trasportate in cantiere per la sigillatura dello scavo determinato dallo sfilamento del barilotto di scarico delle condense e ripristino della morfologia iniziale;

- fornitura e posa in opera di eventuali tronchetti, raccordi, elementi di regolazione e tratti di tubazioni da installare per il collegamento tra le tubazioni esistenti e quelle previste nella nuova configurazione. La fornitura e posa riguarda tutte le tubazioni, sia quelle dedicate al convogliamento dei flussi gassosi che di quelli liquidi (condense);

- collegamenti idraulici tra il collettore in uscita dalla sottostazione e quello installato e compensato in altra voce per il convogliamento tra sottostazione di regolazione e stazione di aspirazione;

- collegamenti idraulici tra tubazioni provenienti dai singoli pozzi e gli ingressi nella sottostazione e regolarizzazione del piano di posa a monte dell'ingresso;

- ripristino degli ulteriori collegamenti idraulici, pneumatici, elettrici e di controllo e regolazione presenti originariamente nella sottostazione.

Nel prezzo sono compresi anche gli oneri per la restituzione as-built della sottostazione, la consegna dei certificati e dei collaudi delle tubazioni e delle apparecchiature installate, la compilazione del fascicolo tecnico e la consegna del piano della manutenzione da prevedere per mantenere la sottostazione in perfette efficienza.

#### Nuova installazione di sottostazione di regolazione del biogas

Nuova installazione di sottostazione di regolazione del biogas, per l'allaccio ed il convogliamento dei collettori provenienti dai pozzi di captazione del biogas presenti in discarica.

La sottostazione sarà costituita da un collettore principale in hdpe DN 200, collegato alle dorsali di convogliamento previste sulla scarpata di discarica prospiciente il capannone.

Il collettore avrà un'estremità chiusa, sarà dotato di punto di scarico condense e valvola a farfalla DN 200, con albero e stelo in acciaio inoxAISI, colore giallo e comando a leva, per regolazione manuale.

Gli elementi plastici costituenti la sottostazione dovranno essere realizzati in polietilene ad alta densità (HDPE), conforme alle Norme: UNI EN 12201 - EN ISO 15494 - UNI EN 1622 - UNI EN 13244.

In ciascuna linea dovranno essere forniti ed installati:

- sistema manuale di regolazione del flusso, con valvola di regolazione a sede inclinata DN 50 idonea all'uso per biogas installata nel tratto verticale, preferibilmente collegata con flange;

- barilotto separatore e scaricatore delle condense delle linee in ingresso;

- punto di controllo e prelievo da 1/2" con tappo filettato installato a monte della valvola di regolazione;

- elementi di raccordo e collegamento sia con i singoli collettori in ingresso che con il collettore principale in hdpe DN 160.

- collegamento regolato con valvole manuali al pannello di stream della sottostazione, compreso nella fornitura.

La sottostazione sarà dotata di basamento di appoggio tale da garantire un franco perimetrale di almeno 20 cm rispetto alle sue effettive dimensioni; esso sarà realizzato con ghiaia, dello spessore di almeno 60 cm, e dotato di

travi di appoggio in calcestruzzo Rck 350 armato;

La sottostazione risulterà coperta da struttura a monofalda, con copertura in lamiera metallica grecata di spessore mai inferiore a 10/10 mm. Tale struttura sarà dotata di adeguato telaio in acciaio zincato a caldo e piedi regolabili in altezza.

Compresi tutti i costi e gli oneri derivanti dalla fornitura ed installazione della sottostazione. Comprese le forniture e realizzazioni di basamento e struttura di copertura, nonché di tutti gli elementi di fissaggio, ancoraggio e sostegno della sottostazione a tali parti strutturali.

Compresi anche gli oneri per la restituzione as-built della sottostazione, la consegna dei certificati e dei collaudi delle tubazioni e delle apparecchiature installate, la compilazione del fascicolo tecnico e la consegna del piano della manutenzione da prevedere per mantenere la sottostazione in perfette efficienza.

## **54. TUBI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO AUTOPORTANTE**

### Definizione

- Si considerano tubi in conglomerato cementizio autoportanti quei tubi in calcestruzzo semplice o armato per i quali è richiesta la resistenza ai carichi di progetto prevedendone il rinfianco ed il ricoprimento in materiale inerte friabile. A tal fine l'appaltatore è tenuto, se richiesto, a produrre documentazione di calcolo ai sensi della Legge 5/11/1971 n. 1086, D.M. 14/01/2008 e successive modificazioni e integrazioni.

### Forme

- Sono soggetti alle presenti norme i tubi circolari, con piede o senza piede e con giunto a bicchiere, nonché i tubi ovoidali con basamento e giunti a bicchiere.

- I giunti dovranno essere adatti a ricevere anelli di tenuta in neoprene o gomma butilica.

### Dimensioni e tolleranze

- Fatte salve le prescrizioni di cui al D.M. 12/12/1985, che qui si intendono integralmente riportate, i tubi a sezione circolare saranno richiesti con diametri interni compresi tra 25 e 200 cm, mentre per i tubi ovoidali saranno richieste sezioni comprese tra 30 x 45 cm e fino a 120 x 180 cm.

- La lunghezza sarà almeno pari a 1500 mm; per lunghezze maggiori dovrà essere multipla di 500 mm.

- La tolleranza sulla lunghezza sarà pari a +/- 0,5%.

- Le generatrici del tubo possono allontanarsi dalla linea retta non più di 3 mm per ogni metro di lunghezza per tubi con diametro fino a 600 mm, mentre per i tubi di diametro maggiore verrà tollerato uno scostamento massimo di 5 mm per ogni metro di lunghezza.

### Armature metalliche

- L'armatura metallica trasversale sarà costituita da tondi avvolti in semplice o doppia spirale e collegati longitudinalmente da tondi in numero e diametro sufficienti per costituire una robusta gabbia, non soggetta a deformarsi durante la fabbricazione ed atta a conferire al tubo la necessaria resistenza.

- Il numero, i diametri e le posizioni delle spire sarà definito dai calcoli statici in funzione dei carichi e delle sollecitazioni che le tubazioni dovranno subire.

- L'elica continua dovrà avere un passo regolare, e non superiore a 15 cm, e alle due estremità, occorrerà avere un giro a passo nullo.

- I ferri di armatura dovranno avere un ricoprimento minimo di 3 cm, collocando i ferri longitudinali, all'interno delle armature trasversali.

- Sulla posizione delle armature è ammessa una tolleranza di circa 0,5 cm., purché sia sempre assicurato il copriferro minimo di 3 cm.

- Il ferro da impiegarsi per la formazione delle armature deve essere conforme alle vigenti norme per l'esecuzione delle opere di cemento armato e sottoposto alle prove di qualità previste dalle norme stesse.

### Indicazioni di riconoscimento

- i tubi dovranno essere contrassegnati sulle pareti esterne con la indicazione di:

- nome del costruttore;

- anno e mese di fabbricazione;

- dimensioni del tubo, espresse come prodotto del diametro interno e della lunghezza nominale;

- sigla di identificazione del tipo di armatura nel caso di tubazioni armate.

- per i tubi senza piede di appoggio e con armatura non simmetrica, dovranno essere apposte sulla parete esterna le indicazioni dei vertici.

### Provenienza dei tubi

- I tubi dovranno essere fabbricati da ditte specializzate in appositi stabilimenti adoperando idonee apparecchiature.

- Prima di dare inizio ai lavori l'appaltatore dovrà comunicare alla Direzione Lavori le fabbriche presso le quali intende approvvigionarsi, le caratteristiche dei tubi (dimensioni, spessori, armature, peso, rivestimenti protettivi, ecc.) nonché le particolari modalità seguite nella loro costruzione.

- Ferme restando le responsabilità che competono, ai sensi della Legge 5/11/1971 n. 1086 e del D.M. 14/2/1992 al progettista, al direttore dei lavori ed al costruttore dei prefabbricati, nonché, ai sensi della stessa normativa e del presente Capitolato, al progettista, al direttore dei lavori e al costruttore delle strutture in cemento armato, il Committente si riserva di effettuare una ricognizione presso gli stabilimenti di produzione, onde accertare i metodi di lavoro e le caratteristiche generali della produzione ordinaria del fornitore.

- È altresì facoltà della Direzione Lavori richiedere documentazione di calcolo da depositarsi presso i preposti uffici ai sensi della Legge 5/11/1971 n. 1086, D.M. 14/01/08 e successive modificazioni.

Se richiesto dalla Direzione Lavori, l'Impresa dovrà presentare le analisi chimiche del conglomerato cementizio e del tipo di cemento impiegato per la costruzione delle tubazioni, certificate da un istituto di ricerca autorizzato a tale scopo, nonché i calcoli statici relativi alle tubazioni, tenuto conto delle reali sollecitazioni cui verranno sottoposte durante le fasi di movimentazioni ed in esercizio.

#### Prova a schiacciamento e compressione

Detta prova sarà eseguita nel cantiere di fabbricazione sotto il controllo della Direzione Lavori. La ditta costruttrice dovrà disporre dell'attrezzatura regolamentare per effettuare le prove stesse, secondo quanto previsto dalle norme DIN 4032 e DIN 4035.

In casi eccezionali o di contestazione si potrà ricorrere a laboratorio legalmente riconosciuto.

I campioni dovranno essere forniti gratuitamente tra quelli oggetto di fornitura fino a tre campioni per lotto di diverso diametro. Se durante il controllo un tubo non rispondesse alle prescrizioni contrattuali la prova dovrà essere ripetuta su un numero doppio di tubi.

La prova dovrà essere eseguita con il metodo delle tre generatrici.

La resistenza allo schiacciamento è definita da due carichi:

- carico di fessurazione;
- carico di rottura.

Il carico di fessurazione è quello che provoca l'apparizione di fessure lungo le generatrici aventi un'apertura di almeno 0,25 mm su di una lunghezza di almeno 30 cm.

Il carico di rottura è quello sopportato prima dello schiacciamento, cioè prima che il provino non sia più in grado di sopportare un ulteriore carico.

Detti carichi non dovranno risultare inferiori ai seguenti limiti minimi, espressi in kg per metro lineare di tubo, ove DN (espresso in cm) è il diametro nominale del tubo stesso:

*per tubi non armati:*

- carico di rottura: > 80 x DN (tubi circolare);  
> 70 x DN (tubi ovoidali)

*per tubi armati:*

- carico di fessurazione: > 60 x DN;
- carico di rottura: > 90 x DN.

#### Prove di resistenza all'abrasione e all'aggressività chimica

Le prove verranno effettuate in conformità alle norme DIN 1045 e DIN 4030.

I tubi non dovranno comunque essere soggetti all'aggressività di acque aventi le seguenti caratteristiche chimiche:

- solfati: 2.000 mg/l;
- cloruri: 3.500 mg/l;
- COD: 300 mg/l;
- NT: 200 mg/l.

#### Posa in opera

##### Posa su fondo sagomato

- Di norma i tubi potranno essere posati direttamente sul fondo della trincea solo quando il livello stabile delle eventuali acque di falda si mantenga depresso rispetto allo stesso ed il terreno abbia consistenza granulosa fine.

- In tal caso il fondo sarà sagomato in modo da assicurare una regolare ripartizione del carico gravante sui tubi, che dovranno perfettamente aderirvi per tutta la loro lunghezza e per la necessaria larghezza, evitando appoggi su punti o linee.

- Quando i tubi hanno i giunti a bicchiere, per l'alloggiamento di questo, sarà scavato un apposito incavo nel fondo della fossa.

##### Posa su fondo non sagomato

- La Direzione Lavori, valutate tutte le circostanze particolari e sempreché ai tubi sia assicurato un ricoprimento adeguato sopra la generatrice, potrà autorizzare la posa del condotto su fondo non sagomato.

- In tal caso i tubi dovranno essere rinfiancati molto accuratamente con sabbia, ghiaietto o calcestruzzo, a seconda delle prescrizioni, eseguendo l'operazione esclusivamente a mano.

Posa su massetto di cls

- Laddove la natura dei terreni lo rendesse necessario, ed in ogni caso su disposizione della Direzione Lavori, le tubazioni saranno poste in opera su massetto in conglomerato cementizio magro, con misure (in sezione) che saranno indicate dalla D.L. e spessore di 10 cm.

Tagli di tubazioni per innesti, ecc.

- Dovendosi procedere al taglio di un tubo, si farà in modo di operare sull'elemento più a monte o, meglio, su quello più a valle della tratta, e ciò prima di calarlo nella trincea. Nel taglio si opererà con ogni diligenza, prestando attenzione a non incrinare lo spezzone da utilizzare e curando la ortogonalità della superficie di taglio rispetto all'asse del tubo. Di norma le estremità tagliate verranno convenientemente inglobate nel getto dei muri perimetrali delle camerette.

Giunzioni elastiche

- Sono costituite da speciali gomme o resine sintetiche formate in anelli di opportuno diametro o colate a caldo sugli elementi da giuntare.

Giunzioni con anelli in gomma sintetica.

- Gli anelli elastici vengono utilizzati per la giunzione di tubi con estremità forgiate a bicchiere oppure anche ad incastro, purché le pareti del tubo siano molto grosse e l'incastro sia orizzontale.

- Le speciali gomme con cui vengono formati gli anelli di tenuta devono possedere particolari caratteristiche di elasticità, per attestare le quali l'appaltatore dovrà presentare i certificati delle prove di laboratorio eseguite dal fornitore.

La Direzione Lavori potrà anche richiedere idonea documentazione dalla quale risulti il comportamento degli anelli nelle prove di:

- invecchiamento, esaminato con un trattamento a caldo;
- resistenza alla corrosione chimica, esaminata con introduzione in soluzioni acide e alcaline;
- resistenza all'attacco microbico;
- resistenza alla penetrazione delle radici;
- impermeabilità.

In mancanza di tale documentazione o nel caso di inidoneità, dovranno eseguirsi le relative determinazioni secondo le modalità che all'occorrenza saranno indicate.

Rivestimenti interni

Su insindacabile richiesta della Stazione Appaltante le tubazioni dovranno essere rivestite internamente con resine epossidiche o epossicatramose come espressamente previsto nell'apposita voce di E.P.U. .

## **55. TUBAZIONI SCATOLARI AUTOPORTANTI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO**

Gli elementi scatolari preformati dovranno essere prefabbricati in calcestruzzo di cemento ad alta resistenza ai solfati, turbovibrocompresso a sezione rettangolare armata, con incastro a bicchiere in spessore ed anello di tenuta in gomma sintetica con durezza di  $\pm 5^\circ$  IRDH conforme alle norme UNI EN 681-1:2006, DIN 4060, prEN 681.1.

Le condutture dovranno rispondere alla normativa contenuta nelle DIN 4263, UNI 8520/2, UNI 8981 e saranno poste in opera su base d'appoggio continua in calcestruzzo di classe  $R_{ck}$  250 kg/cm<sup>2</sup> su livelletta controllata con apposite apparecchiature.

I preformati dovranno essere controllati nelle varie fasi della produzione secondo quanto previsto nelle tabelle (dalla 1<sup>a</sup> alla 5<sup>a</sup>) della Guida Applicativa I.C.M.Q. per la certificazione del sistema di qualità per le tubazioni prefabbricate in calcestruzzo.

A richiesta della D.L. la giunzione tra gli elementi dovrà essere realizzata con apparecchiature idrauliche o manuali di tiro (TIR-FOR).

L'Impresa, se richiesto dalla D.L., è tenuta a fornire tutti i calcoli di verifica alla stabilità ai sensi della Legge 5/11/1971 n. 1086, D.M. 14/01/2008 e successive modificazioni e integrazioni, 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 riempimento dello stesso.

Le condotte dovranno essere rivestite extracantiere con smalto protettivo a base di resine epossidiche o epossicatramose. I manufatti in conglomerato cementizio verranno movimentati prendendo tutti gli accorgimenti necessari a far fronte alle sollecitazioni connesse al sollevamento, trasporto e montaggio e preservandoli durante le operazioni da ogni tipo di lesione o rottura.

Dovranno pertanto essere predisposti di appositi golfari o sedi per alloggiamento delle barre di sollevamento. Preferibilmente non dovranno presentare fori per ganci di sollevamento e, qualora ve ne fossero, dovranno essere riempiti con iniezioni di malta cementizia espansiva a presa rapida subito dopo la posa in opera. Si raccomanda l'impiego di funi di lunghezza adeguata e in perfetto stato. L'elemento di base dovrà poggiare sempre su un massetto in conglomerato cementizio magro con spessore e larghezza indicate dalla Direzione Lavori e perfettamente orizzontale. Prima della posa dei successivi elementi si dovrà verificare che nelle sedi di giunzione non vi siano ghiaia o detriti. Poi si procederà a lubrificare tutta la sede ed inserire l'apposito elemento di tenuta. Completato l'assemblaggio degli elementi si potrà procedere, previo assenso della Direzione Lavori, al rinterro con materiale inerte, con l'avvertenza di abbondantemente, in modo tale da pervenire ad un'ottima costipazione dello stesso attorno al manufatto.

## **56. POSA IN OPERA E COLLAUDO DI TUBAZIONI ACQUA IN ACCIAIO - MODALITA' ESECUTIVE**

Per quanto riguarda il carico, il trasporto, lo scarico, l'accatastamento e lo sfilamento dei tubi, nonché il deposito dei giunti, delle guarnizioni e degli accessori, dovranno essere osservate, per quanto applicabili, le prescrizioni di cui al D.M. 12.12.1985, art. 3, commi 2, 3, 4 e 5.

Tutti i tubi saranno collegati fra di loro mediante giunzione per saldatura di testa. La marca e le caratteristiche degli elettrodi dovranno essere approvate dalla Direzione Lavori.

I tubi, all'atto della saldatura, andranno ispezionati e puliti all'interno con scovoli metallici. L'impresa, inoltre, dovrà adottare, nel corso dei lavori, adeguate misure precauzionali per impedire l'ingresso nei tubi di corpi estranei o acqua.

E' fatto specificatamente obbligo di chiudere in modo sicuro e con mezzi idonei le estremità delle tubazioni stesse al termine di ogni giornata di lavoro.

Ai fini di una perfetta saldatura, è indispensabile che le estremità e gli smussi vengano debitamente revisionati ed accuratamente puliti, appena prima di eseguirla.

Ove la congiunzione debba venire eseguita fra elementi non regolarmente smussati, l'impresa dovrà provvedere a smussarli prima di effettuarne la saldatura.

Le estremità da saldare debbono essere perfettamente parallele e di sezioni circolari, quindi l'impresa dovrà servirsi di particolari dispositivi che garantiscano il parallelismo, la coassialità e l'esatta sagomatura circolare degli elementi da congiungere.

Le saldature elettriche debbono essere fatte in tre riprese: la prima, per confermare l'avvenuta penetrazione, dovrà produrre un cordoncino interno ben visibile; la seconda ripresa sarà di riempimento; la terza, di copertura, raggiungerà un profilo convesso con freccia non inferiore al 20% dello spessore del tubo saldato.

La sezione dei cordoni dovrà essere uniforme, la loro superficie regolare, senza porosità e difetti apparenti.

È fatto divieto di effettuare saldature sia ossiacetileniche sia elettriche a temperatura ambiente prossima o inferiore a 0° C (zero gradi centigradi).

Dopo il precollaudato si procederà al rivestimento delle parti di tubo nudo.

Il ripristino del rivestimento isolante della tubazione sarà effettuato mediante stesura di apposito primer e manicotto in polietilene termoretraibile tipo raychem o nastro in polietilene termoretraibile di colore nero.

Nel contempo si procederà al meticoloso ripristino del rivestimento originale, nei punti in cui lo stesso fosse venuto a mancare o presentasse deficienze, utilizzando lo stesso materiale usato per il ripristino delle giunzioni.

Il lavoro dovrà essere effettuato con attrezzi idonei e con la massima precauzione onde evitare danneggiamenti al rivestimento.

Dopo la verifica del rivestimento si procederà alla posa solo se il fondo dello scavo sarà perfettamente pulito ed al livello costante, in modo che tutta la generatrice inferiore del tubo sia a contatto del terreno, se di tipo naturale, o su sabbia, se prevista.

Tali operazioni devono essere eseguite usando la massima cura e con idonei mezzi d'opera per evitare danneggiamenti al rivestimento; in particolare è vietato usare catene o corde per il sollevamento dei tubi.

Per ogni tratto di condotta posata, completa delle apparecchiature inserite e prima del ripristino definitivo, si procederà alla prova idraulica delle tubazioni secondo le istruzioni impartite dalla Direzione Lavori.

Inoltre i tronchi di condotta posati e collaudati idraulicamente dovranno essere poste in protezione catodica, anche in via provvisoria, entro 30/60 giorni dall'avvenuta posa, comunque tutti gli oneri eventuali sono a completo carico dell'appaltatore.

Di norma la lunghezza dei tratti in prova non dovrà superare i 1000 m.

L'Appaltatore è tenuto a fornire, con ogni onere a suo carico, la manodopera e tutti i mezzi necessari alla effettuazione delle prove, quali: acqua, pompa, piatti ciechi, fondelli, saracinesche, manografi previamente tarati e controllati, nonché provvedere alla formazione dei necessari ancoraggi.

La tubazione in prova dovrà essere riempita d'acqua, vuotata dell'aria e stabilizzata, quindi con la pompa collocata di regola nel punto più basso del tratto da provare, si porterà la pressione in condotta a 10 (dieci) bar, e si osserverà che non avvengono perdite o anomalie e che la pressione segnata dal manografo rimanga costante per almeno quattro ore.

Non verificandosi tali condizioni l'Appaltatore, a sua cura e spese anche nell'ipotesi di necessità di sostituzione di materiali od attrezzature, dovrà eseguire i lavori del caso in modo che ogni prova dia esito favorevole.

Per eseguire le prove di nuovi tronchi, potranno mettersi nuovamente sotto pressione tratti di condotte già provate, anche se interrate.

A completamento di tutte le opere di posa delle condotte si procederà al collaudo idraulico finale, secondo le indicazioni della Direzione Lavori, fermi restando tutti gli oneri dell'Appaltatore sopra esposti.

Le prove di tenuta delle tubazioni dovranno essere eseguite al più presto possibile. Tutti i danni, per quanto gravi e onerosi, che possano derivare alle condotte, alle apparecchiature, allo scavo, al materiale del letto di posa e di apporto, agli operai, nonché alla proprietà dei terreni, a causa di ritardate prove o di imperizia, saranno a totale carico dell'Appaltatore.

Al completamento della posa di tutte le tubazioni si procederà alla verifica del rivestimento protettivo, che consisterà in una prova di protezione catodica durante la quale dovrà essere verificata una resistenza verso terra non inferiore a 5.000 Ohm/m<sup>2</sup>.

Nel caso il collaudo non fosse positivo, l'Appaltatore sarà tenuto a provvedere ad ogni opera necessaria all'ottenimento del valore di protezione richiesto con ogni onere a suo carico.

## **57. POSA IN OPERA E COLLAUDO DI TUBAZIONI ACQUA IN POLIETILENE - MODALITÀ ESECUTIVE**

Tutti i tubi saranno collegati fra loro mediante giunzione con manicotti elettrosaldabili o saldati di testa.

Prima della saldatura la superficie interna del raccordo e quella esterna del tubo dovranno essere scrupolosamente pulite; in particolare quella del tubo deve essere rettificata con attrezzi idonei senza asportare troppo materiale, ma avendo cura di eliminare gli strati ossidati e le parti sporche.

Successivamente le parti così pulite non devono essere più toccate e tanto meno sporcate.

Ad avvenuto inserimento del manicotto si dovrà controllare l'esatta posizione del tubo dentro al manicotto, indi si procederà alla saldatura.

E' fatto obbligo di assicurare i tubi, prima, durante e dopo la saldatura, fino al raffreddamento totale del materiale, mediante appositi collari posizionali.

A saldatura effettuata, bisognerà evitare qualsiasi suo raffreddamento troppo brusco e si dovrà attendere che la temperatura scenda spontaneamente prima di movimentare i pezzi saldati.

Per quanto riguarda il trasporto, l'accatastamento, la posa in opera delle tubazioni si dovrà fare riferimento al D.M. 12.12.1985 e alle raccomandazioni dell'Istituto Italiano dei Plastici n. 10 del giugno 1981 riguardanti l'installazione delle tubazioni in polietilene ad alta densità nella costruzione di acquedotti.

La giunzione dei tubi mediante saldatura di testa dovrà essere eseguita seguendo le raccomandazioni dell'I.I.P. di cui al comma precedente.

Il collaudo in opera delle condotte dovrà essere eseguito a tubazioni già posate nello scavo, secondo quanto previsto dal D.M. 12.12.1985 tenendo come valore della pressione di esercizio  $p_E = 6,5$  bar (pressione di funzionamento più sovrappressione  $\Delta p = 2,5$  bar) e come pressione di collaudo  $p_C = 10$  bar.

L'appaltatore è tenuto a fornire, con ogni onere a suo carico, la manodopera, i materiali e tutti i mezzi necessari alla effettuazione delle prove, quali: acqua, pompe, piatti ciechi, fondelli, saracinesche, manografi registratori preventivamente tarati e controllati, nonché provvedere alla formazione dei necessari ancoraggi.

La tubazione in prova dovrà essere riempita d'acqua, vuotata dell'aria e stabilizzata, quindi con la pompa collocata di regola nel punto più basso del tratto da provare, si porterà la pressione in condotta a 10 (dieci) bar, e si osserverà che non avvengono perdite o anomalie e che la pressione segnata dal manografo rimanga costante per almeno 24 ore.

Non verificandosi tali condizioni l'appaltatore, a sua cura e spese anche nell'ipotesi di necessità di sostituzione di materiali od attrezzature, dovrà eseguire i lavori del caso in modo che ogni prova dia esito favorevole.

Per eseguire le prove di nuovi tronchi, potranno mettersi nuovamente sotto pressione tratti di condotte già provate, anche se interrate.

A completamento di tutte le opere di posa delle condotte si procederà al collaudo idraulico finale, secondo le indicazioni della D.L., fermi restando tutti gli oneri dell'appaltatore sopra esposti.

Le prove di tenuta delle tubazioni dovranno essere eseguite al più presto possibile.

Tutti i danni, per quanto gravi e onerosi, che possano derivare alle condotte, alle apparecchiature, allo scavo, al materiale del letto di posa e di apporto, agli operai, nonché alla proprietà dei terreni, a causa di ritardate prove o di imperizia, saranno a totale carico dell'appaltatore.

Nel caso gli allacciamenti idrici vengano innestati sulla condotta acqua mediante l'utilizzo di collari di presa in polietilene a saldare, il collaudo definitivo dovrà essere complessivo, cioè dovrà essere effettuato dopo l'esecuzione sia della rete, sia dei relativi allacciamenti.

Si precisa che l'ente appaltante non garantisce che la valvola a sfera o rubinetto idrometrico di misura posti prima del contatore sopportino le pressioni di collaudo; pertanto sarà onere dell'impresaappare provvisoriamente la parte terminale dell'allacciamento in modo adeguato (ad esempio mediante l'utilizzo di tappo in polietilene a saldare); tale lavorazione si intende compensata negli articoli di E.P.U. relativi all'esecuzione degli allacciamenti.

Norma di riferimento: UNI 11149-2010: posa in opera di tubazioni in PE per il trasporto dei fluidi in pressione.

## **58. POSA IN OPERA E COLLAUDO CONDOTTE ACQUA IN GHISA - MODALITA' ESECUTIVE**

Le tubazioni saranno posate alla profondità di progetto o secondo livellette di volta in volta prescritte dalla D.L., che procederà al controllo delle pendenze mediante collimazione tra biffe quotate, ovvero mediante livellazione geometrica eseguita sui giunti delle tubazioni.

In caso di mancata corrispondenza con i disegni esecutivi o con le disposizioni verbali o scritte impartite, sarà obbligo dell'appaltatore di apportare le necessarie modifiche al fondo degli scavi ed alle quote di posa delle tubazioni.

Il collocamento dei tubi nello scavo, in funzione del diametro di progetto e della natura dei tubi, verrà eseguito con l'ausilio di opportuni mezzi di opera; si dovranno comunque esaminare con la massima cura i tubi stessi in modo da riconoscere eventuali deterioramenti intervenuti nelle operazioni di trasporto, scarico e durante la permanenza accanto allo scavo.

I tubi saranno calati nello scavo solamente dopo aver controllato che il letto di sabbia e/o materiale sciolto (dello spessore di almeno 10 cm) risulti perfettamente piano. E' fatto obbligo all'appaltatore di provvedere con le necessarie attrezzature al taglio a misura dei tubi ed alla successiva smussatura delle estremità per consentire il corretto accoppiamento delle testate con i bicchieri. Il compenso di tale operazione rientra nella competenza di posa delle tubazioni.

Le estremità dei tratti di condotta, in attesa di ulteriore lavorazione saranno sempre accuratamente fondellate per evitare l'ingresso di corpi estranei.

Prima di iniziare le giunzioni si dovranno pulire accuratamente le testate dei tubi da congiungere e gli elementi costitutivi del giunto (bicchieri, sedi ed anelli in gomma), lubrificando le estremità dei tubi con apposito prodotto fornito dal costruttore.

Massima attenzione dovrà essere posta al corretto alloggiamento nelle sedi di tenuta degli anelli in gomma; la spinta di accoppiamento sulle tubazioni dovrà essere esercitata con progressione fino alla battuta prescritta.

Tale operazione verrà eseguita con l'ausilio di una leva (o con mezzo meccanico) e di una traversa di legno al fine di salvaguardare il profilo dimensionale del materiale.

Il corretto montaggio del giunto verrà controllato infilando una sottile lamina metallica nel bicchiere verificando che la profondità a cui la lamina giunge sia la stessa su tutta la circonferenza del tubo.

Scrupolosa attenzione dovrà essere posta nell'allineamento dei tubi nello scavo, al fine di eliminare le deviazioni angolari della linea.

Per ogni tratto di condotta posata, completa delle apparecchiature inserite e prima del ripristino definitivo, si procederà alla prova idraulica delle tubazioni secondo le istruzioni impartite dalla Direzione Lavori.

Inoltre i tronchi di condotta posati e collaudati idraulicamente dovranno essere poste in protezione catodica, anche in via provvisoria, entro 30/60 giorni dall'avvenuta posa, comunque tutti gli oneri eventuali sono a completo carico dell'appaltatore.

Di norma la lunghezza dei tratti in prova non dovrà superare i 1000 m.

L'Appaltatore è tenuto a fornire, con ogni onere a suo carico, la manodopera e tutti i mezzi necessari alla effettuazione delle prove, quali: acqua, pompa, piatti ciechi, fondelli, saracinesche, manografi previamente tarati e controllati, nonché provvedere alla formazione dei necessari ancoraggi.

La tubazione in prova dovrà essere riempita d'acqua, vuotata dell'aria e stabilizzata, quindi con la pompa collocata di regola nel punto più basso del tratto da provare, si porterà la pressione in condotta a 10 (dieci) bar, e si osserverà che non avvengono perdite o anomalie e che la pressione segnata dal manografo rimanga costante per almeno quattro ore.

Non verificandosi tali condizioni l'Appaltatore, a sua cura e spese anche nell'ipotesi di necessità di sostituzione di materiali od attrezzature, dovrà eseguire i lavori del caso in modo che ogni prova dia esito favorevole.

Per eseguire le prove di nuovi tronchi, potranno mettersi nuovamente sotto pressione tratti di condotte già provate, anche se interrate.

A completamento di tutte le opere di posa delle condotte si procederà al collaudo idraulico finale, secondo le indicazioni della Direzione Lavori, fermi restando tutti gli oneri dell'Appaltatore sopra esposti.

Le prove di tenuta delle tubazioni dovranno essere eseguite al più presto possibile. Tutti i danni, per quanto gravi e onerosi, che possano derivare alle condotte, alle apparecchiature, allo scavo, al materiale del letto di posa e di apporto, agli operai, nonché alla proprietà dei terreni, a causa di ritardate prove o di imperizia, saranno a totale carico dell'Appaltatore.

## **59. POSA IN OPERA DELLE APPARECCHIATURE DI INTERCETTAZIONE**

Nell'installazione, dovrà essere curato in special modo che il piede delle apparecchiature posi su di un letto di mattoni al fine di non esercitare sollecitazioni meccaniche sulle tubazioni e che il tubo riparatore dell'asta di manovra rivesta completamente il manicotto di collegamento e il quadro di manovra.

Si avrà cura di montare le apparecchiature con otturatore completamente chiuso, e di evitare l'entrata di terriccio nelle sedi di tenuta.

Il chiusino dovrà essere posto in opera con la faccia superiore orizzontale ed a filo della definitiva sistemazione stradale; l'albero di manovra protetto dal tubo riparatore dovrà essere perfettamente agibile e terminare ad una distanza di cm. 15-20 sulla verticale dal piano stradale.

## **60. POSA IN OPERA DEI GIUNTI GIBAULT E PEZZI SPECIALI**

### Giunti Gibault:

- si procederà ad una accurata pulizia delle testate dei tubi e delle diverse parti dei giunti, quindi si infileranno le flange e gli anelli di gomma sulle estremità dei tubi da collegare;
- uno degli anelli andrà posto ad una distanza, dall'estremità del tubo già montato, pari a circa metà lunghezza del manicotto meno uno o due centimetri;
- l'altro anello, sul tubo da collegare ad una distanza dall'estremità leggermente superiore alla lunghezza del manicotto;
- gli anelli di gomma verranno fatti rotolare avanti e indietro in modo da eliminare eventuali attorcigliamenti;
- quindi si infilerà il manicotto sull'estremità del tubo da collegare, si accosterà la testata del tubo da montare a quella del tubo in opera curandone l'allineamento e lasciando fra le testate uno spazio di circa un centimetro;
- il manicotto verrà poi portato contro un anello di gomma sul tubo già in opera, e si accosterà al manicotto stesso l'anello del tubo da collegare;
- infine si avvicineranno le flange agli anelli di gomma serrandole progressivamente ed alternativamente con i relativi bulloni.

Nella messa in opera dei giunti dovrà essere assicurata la perfetta coassialità di questi con l'asse della condotta.

### Pezzi speciali

Le croci e i TE saranno collocati in opera a perfetto squadra rispetto all'asse della condotta, con la diramazione orizzontale o verticale, secondo quanto indicato dalla D.L.; le riduzioni per passare da un diametro all'altro saranno tronco coniche del tipo concentrico.

In corrispondenza di ogni curva planimetrica ed altimetrica e ad ogni derivazione a TE, la condotta dovrà essere opportunamente ancorata mediante formazione di un blocco di contrasto alla spinta in calcestruzzo di cemento.

L'ancoraggio sarà dosato a q.li 2 di cemento tipo "325" per mc. 0,800 di pietrisco o ghiaia lavata e mc. 0,400 di sabbia lavata; i valori della superficie e la conformazione del blocco di ancoraggio, saranno di volta in volta indicati dalla D.L.

L'appaltatore, su ordine della D.L., potrà essere incaricato della costruzione di pezzi speciali in acciaio da inserire nelle tubazioni; i pezzi speciali in acciaio verranno posti in opera completi di rivestimenti in bitume e vetroflex o con nastro termoretraibile eseguiti a cura dell'appaltatore.

Per i pezzi speciali descritti e per le apparecchiature, dovranno essere osservate le stesse prescrizioni di posa previste per le tubazioni.

Nelle giunzioni a flangia si dovranno usare esclusivamente bulloni di acciaio inox.

---

## 61. POSA IN OPERA DI SFIATI, IDRANTI, BULLONERIA

Sfiati: saranno posti nei punti alti delle tubazioni, inseriti con idoneo collare di derivazione o diramazione a TE, e intercettati a mezzo di rubinetto sferico. Il chiusino metallico di copertura dovrà essere posto in modo da rendere perfettamente accessibile la manovra di intercettazione e l'ispezione delle apparecchiature.

Idranti: le colonnette soprassuolo andranno posizionate in modo da non interferire con il traffico veicolare e la circolazione pedonale. L'ubicazione darà subordinata al preventivo consenso degli Uffici Tecnici Comunali ed alle indicazioni della D.L.

La base di sostegno sarà eseguita in calcestruzzo a vista, delle dimensioni indicative mt. 1,00 x 1,00 x 0,30 fuori terra. Sarà compito dell'appaltatore verificare il corretto funzionamento delle apparecchiature in osservanza dei disposti del Comando dei VV.FF.

Fine tratta: saranno realizzati con funzioni provvisorie, per consentire il collaudo e il lavaggio delle tubazioni, o in via definitiva qualora sia previsto che la tratta non venga collegata ad altre tubazioni.

In ogni caso, dovendo sopportare le pressioni di esercizio e di collaudo, saranno ancorati con la massima cura, al fine di evitare pericolosi sfilamenti con conseguenti danni di cui, nel caso, l'appaltatore è ritenuto completamente responsabile.

Per l'installazione delle apparecchiature sopra descritte l'appaltatore dovrà attenersi alle indicazioni impartite dalla D.L.

Bulloni: prima della collocazione in opera tutta la bulloneria dovrà essere idoneamente lubrificata per impedirne il grippaggio; il montaggio finale sarà effettuato con idonee chiavi dinamometriche per garantire l'uniformità di serraggio prescritta dalle Ditte costruttrici.

## 62. INTERVENTI SU RETI IN ESERCIZIO - MODALITA' ESECUTIVE

### A) Criteri di gestione degli interventi su reti in esercizio

Nel corso delle operazioni di scavo gli operatori devono prestare la massima attenzione per evitare danneggiamenti alle tubazioni o canalizzazioni interrato, od ai loro rivestimenti.

Tutte le tubazioni, o canalizzazioni, ritrovate all'interno degli scavi non devono essere in alcun modo sollecitate: deve essere evitato il loro utilizzo come passerelle, punti di ancoraggio a sostegno di altre strutture, ecc.; devono invece essere attuate idonee ed accurate opere di sostegno delle stesse per l'intera lunghezza del tratto scoperto, in modo da evitare che le stese possano essere soggette a sollecitazioni meccaniche anomale per il peso proprio e/o per il sovraccarico accidentale.

I mezzi meccanici utilizzati per l'esecuzione degli scavi non devono operare o transitare su aree, che direttamente o indirettamente, possano trasmettere sollecitazioni eccessive sulle tubazioni, o canalizzazioni, interrato; nel caso ciò sia inevitabile occorre che i sovraccarichi siano adeguatamente ripartiti.

I materiali provenienti dai lavori di scavo non possono essere depositati in volumi o quantità tali da generare sovraccarichi concentrati in corrispondenza di aree che direttamente o indirettamente possano trasmettere tali sovraccarichi alla canalizzazioni interrato. Qualora ciò non sia evitabile, occorre predisporre l'utilizzo di idonei mezzi di ripartizione dei sovraccarichi generati.

In occasione di scavi che rilevino dilavamento del terreno causato da perdite di acquedotti o condotti fognari, oppure per scavi in presenza di falda, dovranno essere assunte le opportune precauzioni di protezione dei servizi interrati, e di corretto ripristino delle sovrastrutture stradali.

Nel caso il terreno sia configurabile come sabbioso o ghiaioso (terreni sciolti) occorre verificare l'eventuale mancanza di materiale fine, causata dal dilavamento, lungo le tubazioni scoperte, poiché possono essere alterate considerevolmente le condizioni di appoggio delle condotte stesse, o di prossime canalizzazioni interrato. In tal caso, eliminata la causa del dilavamento, deve essere aggiunta sabbia e ghiaia, con particolare cura del compattamento della sabbia per ripristinare il letto di appoggio, il rinfilo e la copertura, delle condotte interrato.

Nel caso di materiale alterabile quale i terreni argillosi e limosi, deve essere asportato tutto il terreno alterato (satturo), prima di procedere al reinterro ed alla ricostruzione della struttura stradale.

### B) Incrocio di servizi interrati

In caso di incrocio di cavi elettrici o telefonici, tubazioni, fognature od altri servizi interrati, la loro individuazione e messa a giorno deve essere eseguita con le dovute precauzioni (eventualmente anche con scavo a mano o per tratti in galleria) e, se previsto, alla presenza dell'Ente o della Società proprietari, rispettando le istruzioni dei medesimi.

In corrispondenza di sottopassi di tubazioni, cavi ecc. ricadenti nella sezione di scavo, quest'ultimo deve avere la profondità necessaria affinché tra le generatrici affacciate della condotta e del servizio incrociato sia assicurata la distanza minima fissata per le operazioni manutentive delle distinte condotte.

Per tutto il periodo in cui i servizi devono rimanere scoperti, si devono realizzare e mantenere le necessarie protezioni o sostegni, allo scopo di evitare sollecitazioni che possono provocare rotture o danni ai servizi medesimi.

### **C) Costruzione di pezzi speciali**

Si applicherà il prezzo per la costruzione e posa in opera di pezzi speciali, per la realizzazione di particolari o accessori, conformemente ai disegni esecutivi, utilizzando lamiera, profilati o semilavorati in acciaio. Gli eventuali pezzi speciali costruiti, sia in cantiere sia presso officine, verranno valutati a peso sulla base delle bollette di pese pubbliche a pezzo nudo oppure calcolando con mezzi analitici, considerando il peso specifico del ferro pari a 7850 Kg/mc.

Si applicherà il prezzo per posa di pezzi speciali, per la realizzazione e posa in opera, di pezzi speciale o accessori ricavati da tubo in acciaio per acqua eseguiti conformemente ai disegni esecutivi, sia in officina sia in cantiere, per la realizzazione di variazioni di quota, cavallotti, od il superamento di ostacoli, e l'inserimento di derivazioni per sfiati o scarichi.

In ogni caso l'Impresa sarà tenuta ad eseguire i manufatti secondo le migliori regole dell'arte ed a seguire le direttive che potranno essere date caso per caso dalla Direzione Lavori.

I prezzi comprendono:

- taglio del materiale dai tubi o da lamiera;
- sagomatura con impiego di apposite attrezzature;
- preparazione dei bordi da saldare;
- saldatura all'arco elettrico;
- controllo non distruttivo delle saldature;
- fasciatura con fascia termorestringente, con nastri adesivi o con fascia vetroresina imbevuta di bitume;
- fornitura di personale, attrezzature, materiali di consumo, quali elettrodi e filo per saldare, per dare il lavoro completo in ogni sua parte.

## **63. PULIZIA DI FOGNATURE - MISURAZIONE DELLE PRESTAZIONI - MODALITA' DI ESECUZIONE**

Le prestazioni saranno eseguite secondo le modalità di volta in volta indicate dalla Direzione Lavori e le specifiche di seguito riportate.

### Pulizia della rete fognaria

La pulizia della rete fognaria dovrà essere eseguita con idoneo mezzo (CANALJET) avente le caratteristiche seguenti:

- cisterna acque nere capacità minima di 8 m<sup>3</sup>;
- cisterna acque bianche con capacità minima 3 m<sup>3</sup>;
- impianto idrico con pompa avente portata minima di 200 l/min e pressione minima di 250 bar
- proboscide di aspirazione dotata di flussaggio umidificatore adatta per la pulizia di caditoie e pozzetti stradali.

L'espurgo dovrà essere eseguito isolando il tratto di condotta da pulire e introducendo all'interno della stessa un naspo, alla cui estremità verrà applicato un utensile adatto al tipo di materiale da asportare come sotto definito:

- Limo fanghiglia: ugello
- Fango e/o sabbia: ugello a bilanciante o dissabbiatore
- Sedimento solidificato: iniettore automatico a pressione
- Incrostazioni: ugello rotante (a catena o a denti)
- Radici: fresa taglia radici

### Gli utensili occorrenti hanno le seguenti specifiche:

- ugello a bilanciante di grande massa (32 kg) dotato di fori orientati verso il basso per la rimozione di sedimenti fanghiglia;
- ugello a bomba studiato appositamente per l'estrazione di limo dalle tubazioni;
- iniettore automatico a pressione (fresa) dotato di movimento simultaneo con gobbe intercambiabili per raggiungere i diametri desiderati (da un diametro minimo di 100 mm ad un massimo di 700 mm);
- testata munita di utensili in materiale Vidia disposti a spirale per la pulizia delle condotte in presenza di materiali solidificati;
- possibilità di interscambiare la testata montando lame per tagliaradici, eliminando la pressione, non necessaria per le radici;
- utensili a catena in movimento con sfruttamento dell'energia cinetica; detta energia viene fornita da una testata rotante funzionante con l'energia dell'acqua e dotata di gabbie e testate intercambiabili per raggiungere i diametri desiderati (fino a 1000 mm).

I passaggi da effettuarsi all'interno della fognatura saranno in funzione della riuscita della pulizia a regola d'arte, il materiale raccolto nel pozzetto verrà aspirato o caricato (manualmente o con mezzo meccanico) e trasportato al depuratore indicato dal Committente.

#### Pulizia caditoie

Le attività di pulizia caditoie comprendono:

- apertura della caditoia a mano o con apposito attrezzo o con mezzo meccanico anche in presenza di eventuali impedimenti dovuti a materiali costipati, asfalti o cementi;
- pulizia della vaschetta della caditoia mediante aspirazione dei materiali sedimentati con apposita proboscide;
- verifica dei condotti di scarico alla rete fognaria;
- ripristino delle caditoie una volta eseguita l'operazione di pulizia e trasporto dei materiali di risulta al depuratore indicato dal Committente.

#### Pulizia di pozzetti

La prestazione è da eseguire con idoneo mezzo meccanico come specificato.

Le attività lavorative comprendono:

- l'apertura del pozzetto in qualsiasi situazione esso si trovi anche sotto al manto bituminoso;
- la pulizia con acqua del pozzetto;
- la pulizia del fondo e l'aspirazione dei materiali di risulta della pulizia;
- la verifica delle testate delle tubazioni in entrata ed uscita dal pozzetto;
- il trasporto dei materiali al depuratore indicato dal Committente.

## **64. PROVE SULLE RETI FOGNARIE**

Le prove di tenuta idraulica e i collaudi sulle tubazioni dovranno essere eseguiti conformemente al D.M. 12 Dicembre 1985, secondo le modalità specifiche dettate dalle vigenti norme UNI per ogni tipo di materiale impiegato.

#### Prova idraulica

Prima del reinterro, la Direzione Lavori potrà prescrivere la prova di tenuta idraulica secondo le modalità di seguito indicate.

Tutte le operazioni, i mezzi, il personale operativo e quanto necessario per l'esecuzione delle verifiche di tenuta idraulica sono a completo carico dell'Appaltatore compresa la fornitura dell'acqua pulita.

La Direzione Lavori potrà altresì richiedere l'assistenza della Ditta fornitrice dei tubi.

#### *A) Prova di impermeabilità delle giunzioni.*

Per verificare l'impermeabilità delle giunzioni di un tratto di canalizzazione, questo sarà normalmente sottoposto ad un carico idraulico di 0,5 bar; fanno eccezione le giunzioni in resine poliuretatiche per tubazioni in gres, che saranno sottoposte ad un carico idraulico di 0,7 bar.

Prima di iniziare la prova, si procederà a sigillare le due sezioni estreme del tratto da esaminare e si provvederà al rinterro della tubazione, curando che i giunti rimangano scoperti, in modo da poter individuare con facilità eventuali perdite.

La tubazione verrà quindi riempita d'acqua alla pressione di prova avendo cura che non subisca spostamenti o sollevamenti, adottando se necessario idonei congegni di sicurezza.

Il riempimento dovrà procedere lentamente dal punto più basso della tubazione in modo che l'aria contenuta nella tubazione fuoriesca.

Dopo la messa a regime del sistema (circa dopo 1 h) si eseguirà il collaudo effettuando due letture del livello dell'acqua mediante un piezometro a distanza di 15 minuti verificando che il volume d'acqua perso sia nella norma. La perdita d'acqua sarà controllata aggiungendo altra acqua con un cilindro graduato, fino al livello della prima lettura.

Per tubi in PVC la perdita non deve necessitare un rabbocco superiore a 3 l/km per ogni 25 mm di diametro interno, per 3 bar per 24 ore.

Per tubi in gres la perdita non deve necessitare un rabbocco superiore a 0,07 l/m<sup>2</sup> indipendentemente dal diametro della tubazione.

Se tuttavia dovessero evidenziarsi punti permeabili, la prova dovrà essere interrotta per riparare i difetti e in seguito ripetuta con le stesse modalità.

#### *B) Prova di impermeabilità della canalizzazione.*

Per verificare l'impermeabilità di un tratto di canalizzazione, questa sarà preparata come previsto al precedente paragrafo, con la sola variante che, prima di dare inizio alla prova, i tubi dovranno essere saturi d'acqua.

A tale scopo, quando i tubi siano in conglomerato cementizio, la canalizzazione sarà riempita di acqua 24 ore prima della prova, mentre, se sono in grès o PVC, dovranno essere sottoposti alla pressione di 0,5 bar, un'ora prima della prova.

Anche questa prova avrà una durata di 15 minuti primi, ma la pressione dovrà essere in ogni caso di 0,5 bar e sarà misurata esclusivamente con un piezometro, in modo da poter misurare la quantità d'acqua aggiunta.

#### Prova congruità dimensionale

A richiesta della Direzione Lavori, dopo il reinterro, sulle reti e sugli allacciamenti fognari realizzati con materiali flessibili (PVC, PE, ecc.), potrà essere eseguita una prova di congruità dimensionale secondo le modalità di seguito indicate, al fine di verificare che non siano avvenute ovalizzazioni di entità superiore a quanto ammesso.

A reinterro eseguito, le tubazioni dovranno essere fatte percorrere da un apposito attrezzo troncoconico, collegato a due funi per il trascinarsi, avente diametro maggiore pari al diametro nominale del tratto di tubazione da provare, diminuito del 5%, il tutto secondo le prescrizioni delle relative norme DIN.

Nell'eventualità che l'attrezzo di cui sopra rimanga incastrato nella tubazione, rimane ovviamente a carico dell'Appaltatore la ricerca dell'attrezzo stesso ed il rifacimento del tratto di tubazione di cui è stata riscontrata la non conformità dimensionale, senza che per ciò possa richiedere compensi particolari, trattandosi di operazioni di adeguamento alle prescrizioni di Capitolato.

#### Ispezioni con telecamere

La Direzione Lavori può eseguire ispezioni televisive sulle condotte di fognatura posate. Se tali controlli evidenziassero difformità con quanto previsto dalle condizioni contrattuali o comunque vizi occulti di costruzione verrà ordinato il ripristino alle condizioni ottimali.

In tal caso le spese per l'ispezione sono interamente addebitate all'Appaltatore, cui rimane, come evidente, qualsiasi onere per il ripristino della funzionalità della tubazione.

#### Verifica della tenuta idraulica di vasche

La verifica della tenuta idraulica delle vasche, ed in modo particolare dei rivestimenti impermeabilizzanti applicati, verrà effettuata riempiendo le vasche con acqua pulita che sarà fornita dall'Appaltatore.

La verifica di tenuta idraulica, dopo un riempimento preliminare di 24 ore, sarà determinata dalla stazionarietà del livello fissato dell'acqua per un tempo non inferiore a 45 minuti.

La variazione di livello non deve essere superiore al 5% di quello di inizio prova.

## **65. DRENAGGI E FOGNATURE**

I drenaggi e le fognature di risanamento del corpo stradale qualora si rendessero necessari, saranno sempre eseguiti dallo sbocco a valle del cunicolo di scolo verso il centro della fognatura propriamente detta e lungo la medesima, procedendo da valle verso monte, per il deflusso regolare delle acque. Prima di stabilire definitivamente il piano di fondo del drenaggio, onde assicurarsi di raggiungere in ogni punto lo strato di scorrimento delle acque ipogee, l'Impresa provvederà alla esecuzione dei pozzi che a Direzione dei Lavori riterrà necessario praticare, in modo da definire il punto più depresso dello stato impermeabile lungo l'asse del drenaggio, la profondità e la pendenza di questo.

Detti pozzi saranno scavati con larghezza uguale a quella del drenaggio ed in corrispondenza dell'asse del drenaggio. Le pareti dei drenaggi e dei cunicoli di scolo ed anche quelle dei pozzi, saranno, dove occorra, sostenuti da appositi rivestimenti di tavole o tavoloni con robuste armature in legname in relazione alla natura dei terreni attraversati. Il fondo dei drenaggi dovrà, di norma, essere rivestito in calcestruzzo che nella parte centrale sarà sagomato a cunetta; su tale rivestimento si costruirà dal lato a valle un muretto di malta, da quello a monte un muretto a secco, per l'altezza da 20 a 40 cm. secondo l'importanza del drenaggio, così da costituire un cunicolo di scolo, da coprire con lastroni e successivamente con il riempimento.

Il riempimento di pietrame a secco per drenaggi e fognature dovrà essere formato da pietre, da collocarsi in opera a mano e ben costipate, al fine di evitare cedimenti per effetto dei carichi superiori. Si dovranno scegliere le pietre più grosse e regolari possibilmente a forma di lastroni per impiegarle nella copertura dei sottostanti pozzetti e cunicoli, ed usare negli strati inferiori il pietrame di maggiori dimensioni, impiegando, nell'ultimo strato superiore, pietrame minuto, ghiaia o anche pietrisco per impedire alle terre sovrastanti di penetrare o scendere, otturando così gli interstizi fra le pietre.

Sull'ultimo strato di pietrisco si dovranno pigiare convenientemente le terre, con le quali dovrà completarsi il riempimento dei cavi aperti per la costruzione delle fognature o drenaggi.

I tubi del drenaggio avranno struttura portante, materiale e metodologia di posa concordata con la D.L.

Questi tubi dovranno essere posti in opera in modo che i fori si trovino in posizione opportuna. Qualora il piano d'appoggio fosse permeabile, si dovrà prevedere la costruzione di una platea in calcestruzzo dello spessore minimo di 10 cm., sagomata in modo da accogliere il tubo o da far scolare in esso le acque che si raccolgono nel

suo intorno. Il materiale di rinterro dovrà essere permeabile in modo da consentire il rapido passaggio dell'acqua e dovrà inoltre funzionare da filtro onde trattenere le particelle minute in sospensione impedendone l'entrata con la conseguente ostruzione del tubo; si impiegherà sabbia per calcestruzzo contenente pietrisco medio ed esente da limo.

Il rinterro dovrà essere eseguito a strati e ben battuto onde evitare cedimenti causati da assestamenti. L'installazione di tubi di scarico nei rilevati verrà fatta in cunicoli lungo la massima pendenza della scarpata, della profondità media di m. 0,40 e della larghezza strettamente sufficiente per la posa del tubo, che dovrà essere ricoperto con il materiale di scavo in modo da ripristinare la continuità della scarpata.

## **66. POZZETTO DI ISPEZIONE IN C.A. VIBRATO**

Pozzetto d'ispezione in calcestruzzo vibrato, compresi gli oneri per la formazione della base d'appoggio in calcestruzzo magro, i rinfianchi in materiale incoerente, il collegamento delle tubazioni, gli oneri di trasporto, carico e scarico, movimentazione, controllo idraulico ed ogni altro onere necessario per la realizzazione di un pozzetto perfettamente funzionante ed a tenuta idraulica senza l'impiego di sigillanti o stucature di qualsiasi natura sia per gli innesti principali che per gli eventuali allacciamenti.

Il pozzetto d'ispezione dovrà essere in calcestruzzo vibrato e armato, spessore minimo cm 15 con caratteristica di Rck 45 N/mm<sup>2</sup>, con camera di diametro interno di progetto in conformità alle norme DIN 4034. Il pozzetto dovrà essere composto dai seguenti elementi: la base con possibilità di fondo in materiale sintetico PP (polipropilene) o GFK (vetroresina rinforzato), resistente agli agenti di rifiuto con valori da Ph2 a Ph13, tutti i valori compresi, da ancorare con perfetta aderenza al cls attraverso maniglie di presa, il rivestimento sarà completo di banchine con pendenza nel canale, dotate di sicurezza antiscivolo, dovrà inoltre essere dotato di imbocchi per l'innesto dei relativi tubi al pozzetto con guarnizioni di tenuta, e potranno essere in linea o in curva. Dall'elemento monolitico di rialzo ad altezza come da progetto, completo di cono di riduzione fino al diametro di circa 600 mm necessario alla posa del chiusino.

Il giunto tra la base e l'elemento monolitico di rialzo dovrà essere sagomato sia nel maschio che nella femmina, in modo da garantire le tolleranze ottimali per la compressione della gomma costituente la guarnizione.

L'anello di tenuta in gomma sintetica, costituente la guarnizione, dovrà essere incorporato nell'elemento di rialzo durante il getto dello stesso. La sezione della guarnizione dovrà essere tale da garantire il perfetto ancoraggio con il calcestruzzo e disporre di una sufficiente zona di tenuta. La qualità della gomma delle guarnizioni dovrà essere conforme alle norme UNI EN 681-1 e DIN 4060.

Le tolleranze dimensionali, controllate e registrate in stabilimento di produzione, riferite alla circolarità dell'elemento maschio e femmina del pozzetto e dei fori per gli innesti delle tubazioni principali, dovranno essere comprese tra 1-2 ‰ delle dimensioni nominali al fine di ottenere una giusta compressione della guarnizione in gomma per una perfetta tenuta idraulica.

La posa dovrà essere preceduta dalla lubrificazione dell'elemento maschio da effettuarsi con apposito lubrificante compatibile con la gomma stessa.

Il produttore dovrà fornire l'adeguato lubrificante dei giunti, idoneo per la posa e l'assemblaggio degli elementi, quale parte integrante della fornitura. Il pozzetto dovrà essere provvisto inoltre di ganci di presa per la movimentazione nel rispetto del D.L. 14.08.96 n° 494. Di preferenza il pozzetto dovrà avere la certificazione di qualità secondo omologazione MPA-NRW/PA-I 3981/Z-42.2-294.

L'impresa è tenuta a fornire tutti i calcoli di verifica alla stabilità, firmati da un ingegnere iscritto all'albo, e ad assumersi con lui ogni responsabilità conseguente. A richiesta gli elementi circolari possono essere prodotti con ricavata una scanalatura posta all'estremità superiore degli elementi per il montaggio di un giunto flessibile in PVC, spessore 2 mm. Resistente alle acque reflue, riempito con quarzo da 0,1 a 0,4 di granulometria, questo permette la distribuzione dei carichi statici e dinamici, oltre a compensare eventuali aplanarità ed aumentare il carico di rottura degli stessi.

### Normative di riferimento

- UNI EN 1917 Camerette d'ispezione e pozzetti in calcestruzzo armato e non, rinforzato con fibre.
- DM 12.12.85 Norme tecniche relative alle tubazioni. Circ. LLPP 27291 Istruzioni relative alla normativa per le tubazioni.
- EN 1610 Costruzione e collaudo di concessioni di scarico e collettori di fognatura.
- DL 496/96 Sistemi di sollevamento.

---

## 67. POZZETTO IN PE

Pozzetto in Polietilene, Ø interno da progetto. con base sagomata. Tutti gli allacciamenti di ingresso, permetteranno il collegamento standard di condotte in materiale plastico PVC-PE fino al diametro di 630 mm secondo UNI EN 1401, per materiali diversi (gres, ghisa, vetroresina) verranno utilizzati speciali adattatori. I fori per gli innesti dovranno essere effettuati lungo le apposite linee di taglio già predisposte e sbavate al fine di poter inserire la speciale guarnizione a doppio labbro. Eventuali allacciamenti supplementari a quote differenti, fino al Ø 315, verranno realizzati con l'ausilio di apposite frese a tazza e con l'inserimento della guarnizione. Gli elementi del pozzetto dovranno essere dotati di appositi anelli esterni contro la spinta ascensionale. L'elemento terminale del pozzetto di forma conica/concentrica, dovrà avere passo d'uomo del diametro non inferiore a 625 mm per permettere un'agevole ispezione. Gli elementi costituenti il pozzetto dovranno essere uniti mediante saldatura effettuata nell'apposita giunzione a bicchiere oppure collegati mediante guarnizione a doppio labbro. Tutte le guarnizioni utilizzate, dovranno essere a norma DIN 4060, e dovranno garantire la tenuta in pressione fino a 0,5 bar, ed in depressione fino a 0,3 bar. Su richiesta della D.L. l'impresa dovrà effettuare prova di tenuta dei pozzetti, senza richieste di maggiori oneri. Tutti gli elementi del pozzetto, dovranno presentare nervature di rinforzo sia orizzontali che verticali per resistere ai diversi tipi di spinta. Questi inoltre dovranno essere prodotti con il metodo della fusione rotazionale da aziende con specifica esperienza decennale aventi la certificazione di conformità del sistema produttivo ISO 9001-2008 (progettazione e produzione).

Il polietilene utilizzato dovrà essere vergine al 100%, di densità non inferiore a 0,944 Kg/dm<sup>3</sup> (ISO 1183), con una resistenza alla trazione pari a 18 Mpa (ISO 527-2), con un modulo di elasticità pari a 700 Mpa (ISO 178) per una temperatura di infrangimento <-70°C (ISO 974).

La posa dovrà avvenire su un letto di sabbia di Po lavata e vagliata o ghiaietto spezzato 15-20 mm dello spessore non inferiore a 15 cm compattato a 95% di SPD (standard proctor density) determinato secondo DIN 18127. Il rinfiamento dovrà avvenire assicurandosi che tutto attorno al pozzetto vi siano almeno 30 cm dello stesso materiale utilizzato per il letto di posa ed accertandosi che siano riempiti tutti gli spazi vuoti. Nessun mezzo dovrà circolare nel raggio di 3 metri fintanto che il terreno non verrà compattato a 95% di SPD (standard proctor density) determinato secondo DIN 18127 in strati di 30 cm.

In presenza di falda, il riempimento dovrà avvenire con ghiaietto spezzato 4-8 mm, fino quando questo non impedirà il galleggiamento del pozzetto. L'operazione inoltre dovrà comprendere adatto sistema di aggettamento durante tutta la fase di posa. Su indicazioni della D.L., l'impresa provvederà alla fornitura e posa in opera di calcestruzzo armato confezionato con cemento 325 secondo verifica statica dosato a q.li 2,5 per m<sup>3</sup> di impasto per la formazione dell'appoggio e dell'eventuale rinfiamento, anche totale, del pozzetto.

L'operazione di rinfiamento dovrà avvenire solo dopo aver collegato tutte le tubazioni, ed aver controllato la perfetta verticalità del manufatto. E' necessario che il chiusino poggi su un' idonea piastra di ripartizione in calcestruzzo armato. La posa della piastra dovrà avvenire sul terreno compattato come precedentemente descritto, prima che ogni mezzo possa circolare in un raggio d' azione di 3 metri. Oltre alle sopraccitate indicazioni, dovranno essere seguite tutte le prescrizioni indicate sul manuale di installazione che il fornitore dovrà trasmettere alla D.L. prima dell' inizio dei lavori assieme alla certificazione aziendale ISO 9001-2008, garanzia decennale, certificato provenienza materia prima, certificato di collaudo delle scale (dove previste), certificato di verifica statica, calcoli contro le spinte ascensionali (dove prevista installazione in presenza di falda), certificazione rilasciata da ente terzo per l' apposizione del marchiaggio "U" (per le tipologie che le prevedono) e dichiarazione di conformità al capitolato.

Si intende compensato nel prezzo la fornitura e posa in opera di chiusino in ghisa conforme alla classe D 400 della norma UNI-EN 124 con carico di rottura > 400 kN rivestito di vernice protettiva idrosolubile di colore nero composto da coperchio circolare con superficie a rilievi antisdrucchiolo del diametro di 650 mm.

Tutti i componenti del chiusino devono riportare le seguenti marcature realizzate per fusione a norma UNI EN UNI ISO 2901:1978, classe di appartenenza, nome o logo del produttore luogo di fabbricazione marchio di qualità prodotto, rilasciato da organismo di certificazione indipendente. E' inoltre compreso ogni onere relativo a scavo, movimentazione terra, fornitura inerti, e quant'altro necessario per realizzare le opere in sicurezza ed a regola d'arte.

## 68. CHIUSINI PER POZZETTI D'ISPEZIONE E CADITOIE

Saranno del tipo in uso presso l'ente committente, completi di telaio, muniti della scritta " AIMAG S.p.A." e delle dimensioni che verranno prescritte all'atto esecutivo, comunque conformi alla norma UNI EN 124.

Le caditoie da applicarsi ai pozzetti di raccolta sprovvisti di chiusura idraulica dovranno essere del tipo a sifone. I chiusini e le caditoie saranno realizzati e testati secondo la norma UNI EN 124.

Di seguito sono elencate le principali caratteristiche che gli elementi devono possedere.

**Materiali e forme**

- Per la copertura delle botole di accesso alle camerette, verranno adottati chiusini in sola ghisa grigia o in ghisa grigia unita a calcestruzzo oppure in ghisa sferoidale, a seconda di quanto verrà disposto di volta in volta dalla Direzione Lavori.
- La ghisa dovrà essere di seconda fusione a grana fine, compatta, omogenea, esente da bolle, gocce fredde ed altri difetti di fusione.
- Dovrà essere facile a lavorarsi con la lima e con lo scalpello e ricalcabile in modo che sotto il peso del martello si ammacchi senza scheggiarsi.
- I telai dei chiusini saranno di forma rotonda, con diametro di 600 mm e del tutto rispondenti agli elaborati grafici consegnati.

**Caratteristiche costruttive**

- Le superfici di appoggio fra telaio e coperchio debbono essere lisce e sagomate in modo da consentire una perfetta aderenza ad evitare che si verifichino traballamenti. La Direzione Lavori potrà tuttavia prescrivere l'adozione di speciali anelli in gomma da applicarsi ai chiusini.
- La sede del telaio e l'altezza del coperchio dovranno essere calibrate in modo che i due elementi vengano a trovarsi sullo stesso piano e non resti tra loro gioco alcuno.

**Carico di prova**

- Normalmente, salvo casi particolari individuati e indicati dalla Direzione Lavori, i chiusini dovranno corrispondere, in relazione alle condizioni di impiego, al tipo indicato nello schema sotto riportato ed essere garantiti al carico di prova ivi previsto:

<b>LUOGO DI UTILIZZO</b>	<b>CLASSE</b>	<b>CARICO DI PROVA [t]</b>
Per strade sottoposte a carichi particolarmente intensi (strade statali, provinciali e comunali)	D 400	40
Per banchine, cunette e parcheggi	C 250	25
Per marciapiedi e zone pedonali (soggette eccezionalmente a carichi veicolari)	B 125	12,5
Per zone ad esclusivo uso pedonale	A 15	1,5

- Le modalità di esecuzione delle prove dovranno essere quelle previste dalla norma UNI EN UNI ISO 2901:1978.

I chiusini, e le botole, saranno posati sia su pozzetti o camerette di nuova costruzione sia su manufatti esistenti.

Sia durante il ripristino, che nelle riprese e nella formazione del manto di usura, i chiusini stradali e le botole dovranno essere livellati con il piano della viabilità.

La posa in opera di chiusini in ghisa dovrà essere eseguita a regola d'arte; la superficie di appoggio dovrà essere convenientemente pulita ed inumidita con acqua, ed il telaio dovrà posare su un letto di malta di cemento adeguatamente ricalzato su tutto il perimetro. Il definitivo bloccaggio dovrà essere eseguito con il ripristino della pavimentazione esistente ed, a lavoro finito, la parte superiore del chiusino dovrà trovarsi a perfetto piano con la pavimentazione stradale. I chiusini non potranno essere sottoposti a traffico prima che siano trascorse 24 ore dalla posa.

La posa in opera verrà contabilizzata in base al numero degli elementi effettivamente posati. Il prezzo in elenco comprende tutte le lavorazioni e forniture prescritte, con la sola esclusione della fornitura del chiusino.

L'intervento di riassetto per la messa in quota di chiusino comprende:

- la demolizione della pavimentazione lungo i bordi;
- la realizzazione degli scavi per il posizionamento in quota;
- il bloccaggio con malta di cemento;
- il trasporto del materiale di risulta alle discariche autorizzate;
- le difese dell'area di lavoro e la segnaletica stradale;
- il ripristino della pavimentazione;
- i materiali occorrenti.

**69. SPECIFICHE GENERALI PER GLI IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO**

Sono di seguito definite le specifiche tecniche per la fornitura e l'installazione di tutta l'impiantistica idraulica ed elettromeccanica da impiegare per la realizzazione degli impianti di sollevamento.

Per la qualità e la provenienza dei materiali si rimanda anche all'apposito articolo del presente capitolato e al quaderno prescrizioni tecniche.

Si precisa inoltre che gli schemi esecutivi dell'impiantistica idraulica ed elettromeccanica, in ogni caso aderenti alle specifiche date, dovranno essere preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

**a) Elettropompe sommergibili**

- Fusioni principali: ghisa GG20/25;
- Girante: ghisa GG20/25;
- Albero: acciaio inox AISI 420/431;
- Tenute meccaniche: c.tungsteno/c.tungsteno od equivalenti;
- Tipo girante: a vortice, trituratrice o a canali.

Prestazioni: saranno definite di volta in volta negli elaborati di progetto e nell'E.P.U. .

Motore elettrico

- Asincrono trifase, rotore a gabbie, 380 V 50 Hz, 4 poli.
- Isolamento protezione classe F IEC 85/IP 68.
- Raffreddamento: mediante liquido circostante.
- Curve caratteristiche garantite secondo le norme ISO 2548 classe C.
- Tubo guida e catena in acciaio inox per il sollevamento delle pompe.
- Cavo elettrico sommergibile.
- Fissaggio delle pompe sul fondo vasca mediante piede di accoppiamento rapido flangiato, costituito da un supporto in ghisa bloccato su di un telaio in acciaio da fissarsi alla soletta in calcestruzzo.

**b) Quadro elettrico**

Quadro elettrico di comando e protezione delle elettropompe ad azionamento automatico e manuale, contenenti gli automatismi per il funzionamento delle pompe.

Norme di riferimento: CEI 17-13/1 fascicolo 1433.

Il quadro elettrico deve sempre essere realizzato contemplando la possibilità della predisposizione all'eventuale telecontrollo dell'impianto.

Per le specifiche tecniche e per la realizzazione del quadro si rimanda al quaderno prescrizioni tecniche.

**c) Regolatori di livello**

Lo stacco e l'attacco delle pompe è normalmente comandato da regolatori di livello con caratteristiche tecniche adeguate al tipo di fluido da sollevare, come specificato nel quaderno prescrizioni tecniche.

**d) Collegamenti idraulici**

Di norma tutta l'impiantistica idraulica dovrà essere fornita in acciaio inox nel tipo AISI 304.

In caso non sia previsto l'uso dell'acciaio inox dalle descrizioni dei prezzi contenuti in elenco, dovranno essere osservate le seguenti prescrizioni.

- La parte idraulica comprende le tubazioni in acciaio (UNI EN 10224) che per ciascuna pompa parte dal corpo di mandata e arriva dentro il pozzetto in cui sarà installato il valvolame, completa di flange con guarnizioni per il serraggio con il basamento di accoppiamento rapido, il tutto supportato da un adeguato sistema di staffatura sempre in acciaio.

Il valvolame e le tubazione avranno diametro nominale e pressione nominale che saranno stabiliti di volta in volta previsto nell'elenco descrittivo delle lavorazioni e forniture..

Le valvole di ritegno saranno del tipo a palla con le seguenti specifiche:

- corpo: ghisa sferoidale;
- palla in acciaio rivestita in: NBR o EPDM.

Le saracinesche saranno del tipo a corpo piatto con le seguenti specifiche:

- corpo, cappello, cuneo e volantino: ghisa;
- anelli di tenuta del corpo e del cuneo: ottone;
- albero: acciaio inox;
- madrevite: bronzo.

Di norma le superfici metalliche saranno protette con il seguente ciclo di verniciatura:

- spazzolatura e sabbiatura;
- 1 strato di primer zincante inorganico;
- 2 strati di pittura epossicatramosa.

---

## **70. CANALETTA IN CLS POLIMERICO PER CARICHI C 250**

Il corpo della canaletta è in calcestruzzo polimerico con telaio incorporato in acciaio zincato. Classe di carico C 250. Nella fornitura si intendono compresi una testata in calcestruzzo polimerico con telaio in acciaio zincato e manicotto in PVC, una testata in calcestruzzo polimerico con telaio in acciaio zincato per la chiusura della canaletta. La canaletta deve inoltre essere fornita con apposita griglia in ghisa sferoidale. Il sistema deve essere dotato di un dispositivo di bloccaggio in cui i perni di bloccaggio e la griglia di copertura formino un tutt'uno.

## **71. CANALETTA IN CLS POLIMERICO PER CARICHI D 400**

Il corpo della canaletta è in calcestruzzo polimerico con telaio incorporato in acciaio zincato. Classe di carico D 400. Nella fornitura si intendono compresi una testata in calcestruzzo polimerico con telaio in acciaio zincato e manicotto in PVC, una testata in calcestruzzo polimerico con telaio in acciaio zincato per la chiusura della canaletta. La canaletta deve inoltre essere fornita con apposita griglia in ghisa sferoidale. Il sistema deve essere dotato di un dispositivo di bloccaggio in cui i perni di bloccaggio e la griglia di copertura formino un tutt'uno.

## **72. CANALETTE PREFABBRICATE**

Elementi a canaletta, prefabbricati in calcestruzzo di cemento, turbovibrocompressi a sezione nominale interna a "U", con pareti inclinate, confezionati con cemento ad alta resistenza ai solfati ed aventi un peso specifico non inferiore a 2.4 ton/mc, con armatura adeguata in acciaio B 450 C.

Le condotte dovranno rispondere alle particolari esigenze degli scarichi a cielo aperto, e le pareti devono essere adeguate a sopportare la spinta laterale del terreno e quella dovuta agli eventuali carichi in transito in prossimità delle stesse, i canali così realizzati devono essere conformi ai requisiti previsti dalle norme vigenti e rispondenti ai disegni costruttivi e calcoli allegati elaborati per sopportare carichi negli stessi indicati.

Ciascun elemento dovrà avere una lunghezza non inferiore a m 1 e terminare con apposito incastro maschio – femmina alle due estremità, onde permettere le giunzioni che assicurino il collegamento tra gli stessi in modo da evitare possibili sbandamenti e l'assetto caratteristico di continuità del canale.

I manufatti devono essere dotati di inserti idonei, oppure di due fori passanti realizzati sulle pareti ad altezza adeguata e in asse di baricentro in modo da consentire il sollevamento e la movimentazione.

## **73. NASTRO SEGNALATORE**

Nastro segnalatore in materiale di base in PE colorato su cui è stampata la scritta in caratteri neri ("ATTENZIONE CAVO FIBRE OTTICHE"/"ATTENZIONE TUBO FOGNA"/"ATTENZIONE TUBO ACQUA"/"ATTENZIONE TUBO GAS"/"ATTENZIONE CAVI ELETTRICI") e successivamente rivestito con uno strato in PP trasparente. Il tipo rete + nastro avvisatore deve essere completo di fili inox per l'individuazione con apparecchi ad induzione magnetica.

## **74. TRITUBO IN POLIETILENE**

Tritubo atto al contenimento di cavi telefonici tipo polifera per fibra ottica in PE De 50, PN12,5 ottenuto per estrusione di polietilene ad alta densità (PEHD), con il profilo unico di dimensioni Tot. 156 mm, alette di giunzione tra i tre monotubi, masterizzato con nero fumo di adatta granulometria e disperso uniformemente nella massa polimerica di colore nero, con caratteristiche che risultino conformi alla normativa EN 50086-2-4.

- La parete interna di ogni tubo dovrà presentare n.33 rigature equidistanti di altezza superiore a 0,2 mm e inferiore a 0,4 mm onde aumentare la scorrevolezza dei cavi.
- Marcato con l'indicazione del nome del fornitore.
- Diametro esterno del tubo
- Spessore del tubo
- La linea di produzione e il turno di lavoro.

- L'indicazione dell'anno di produzione.
- Tipo di materiale
- La lunghezza progressiva in metri; che presenti al suo interno tre cordoni guida dielettrici per facilitare l'inserimento della fune di tiro.
- Le bobine aventi lunghezza nominale minimo di 350m, devono essere opportunamente reggiate ed identificate in modo da rendere agevoli il loro carico e scarico unitamente ad eventuali verifiche; durante il loro stoccaggio le estremità dei tubi devono essere chiuse con tappi o altri sistemi atti ad evitare l'ingresso di acqua e/o corpi estranei.
- La posa avverrà in concomitanza di posa interrata e/o aerea (tubo camicia) di premente DN400 in PVC o PEAD De 225/400 in polietilene eseguita con la necessaria cura al fine di ottenere una posa rettilinea e nel rispetto dei raggi di curvatura prescritti.
- Il collegamento tra le bobine avverrà con adeguati manicotti di giunzione saldati, compreso ogni onere e il tutto finito ed eseguito a regola d'arte.

## **75. MATERIALI, RACCORDI E POSA IN OPERA TRITUBO PER RETE FIBRE OTTICHE - MODALITA' ESECUTIVE**

I principali elementi che caratterizzano le infrastrutture sotterranee sono costituiti da tubi idonei per permettere il passaggio dei cavi in "FO" ed i pozzetti interrati di raccordo.

### **POSA TUBI**

#### **Predisposizione della sede di posa**

Le modalità per permettere un corretta posa dei tubi, all'interno dello scavo sono le seguenti:

- rimozione di ogni corpo sporgente (ciotoli, radici, residui di altri scavi ecc...);
- spianare il fondo con letto di sabbia o altri inerti a granulometria molto fine, per la sistemazione dello scavo potrà essere utilizzato anche il materiale di risulta proveniente dallo scavo, detto utilizzo dovrà comunque essere preventivamente autorizzato dalla "Stazione Appaltante";

#### **Posa delle tubazioni**

- la posa dei tubi verrà eseguita in scavi cielo aperto svolgendo i tubi direttamente dalle bobine utilizzate per il trasporto, in qualsiasi fase della posa dei tubi gli stessi dovranno essere chiusi alle estremità da tappi per impedire che corpi estranei possano ostruire la parte interna;
- il/i tubo/i dovrà essere protetto con 30 cm di sabbia al di sopra della sua generatrice superiore, al di sopra di detto starto di sabbia verrà posato del magrone di CLS dosato almeno a 1,5 m<sup>3</sup>/m con uno spessore di almeno 10 cm, il rimanente scavo verrà eseguito utilizzando del misto granulare semplice e/o del misto cementato;
- i tubi che verranno inseriti all'interno del pozzetto dovranno essere bloccati sia dal lato interno che dal lato esterno con malta cementizia;
- i tubi inseriti all'interno dei pozzetti dovranno sporgere per almeno 10 cm e dovranno risultare distanziati tra di loro di almeno 4 cm;
- se i tubi devono attraversare il pozzetto, senza essere sezionati, questi dovranno essere posati il più possibile vicino al fondo del pozzetto;
- le giunzioni dei tubi dovranno essere realizzate esclusivamente all'interno dei pozzetti il CLS e/o di altri elementi idonei alla terminazione dei tubi stessi in armadi, cassette, ecc..., questo permetterà un più corretto e facile infilaggio dei cavi in "FO" all'interno dei tubi;
- se le tubazioni dovessero essere intersseate da eventuali protuberanze e/o irregolarità all'interno dello scavo le stesse dovranno essere protette da canalette di ferro.

#### **POZZETTI IN CLS**

I pozzetti in CLS sono costituiti da una base, da elementi di soprizzo per la sopra elevazione che permettono di adattare la profondità del pozzetto a quella dello scavo, da una soletta per l'alloggiamento del chiusino di ispezione, le dimensioni delle infrastrutture per "TLC" principalmente di tre dimensioni:

- ⇒ pozzetto grande 125x80 cm con profondità variabile;
- ⇒ pozzetto medio 90x70 cm con profondità variabile;
- ⇒ pozzetto piccolo 47x47 cm con profondità variabile.

I pozzetti saranno posati e posizionati, ad insindacabile giudizio della "Stazione Appaltante", ogni volta che il tracciato delle tubazioni subirà un cambio di direzione con raggio di curvatura inferiori a quelli previsti dalle caratteristiche tecniche delle tubazioni e comunque ogni volta che si avranno cambi di direzione di 90°.

I lati della base dei pozzetti sono dotati di setti a frattura, posti su tutti i lati del pozzetto, che consentono il facile inserimento dei tubi, sul fondo della base del pozzetto è presente un setto a frattura per poter consentire la realizzazione dell'eventuale drenaggio delle acque.

I pozzetti prefabbricati in CLS dovranno essere conformi alle vigenti normative riguardanti i carichi di rottura.

#### **Posa di pozzetti prefabbricati in CLS**

- esecuzione dello scavo che dovrà avere delle dimensioni superiori di almeno 20 cm rispetto a quelle esterne del pozzetto da posare, le pareti dello scavo dovranno essere perfettamente verticali, la profondità dovrà essere tale da permettere che i fori d'ingresso al pozzetto posato risultino perfettamente allineati con i tubi ed il chiusino che sarà posto a livello del piano viabile;
- il fondo dello scavo dovrà essere sistemato utilizzando del materiale con granulometria fine e se ritenuto necessario dalla "Stazione Appaltante" con sottofondo di pulizia in CLS, il tutto per creare una solida base di appoggio per il pozzetto;
- il rinfiacco e la completa chiusura dello scavo del pozzetto dovrà essere eseguito utilizzando esclusivamente materiale con granulometria fine, il materiale dovrà essere opportunamente bagnato, costipato per evitare successivi cali e dissesti;
- i collegamenti e le sigillature tra la base del pozzetto, gli elementi di soprizzo, la soletta prefabbricata porta chiusino ed il chiusino stesso dovranno essere eseguite utilizzando esclusivamente della malta cementizia;
- l'interno del pozzetto dovrà essere realizzata una perfetta pulizia per poter eliminare completamente qualsiasi residuo delle varie lavorazioni;

#### **TAPPO SPACCATO**

Il tappo è composto da due elementi di materiale plastico che debbono essere tagliati in modo da adattarsi perfettamente al diametro del cavo in "FO".

Il tappo spaccato è impiegato per adattare il diametro del cavo in "FO" all'imbocco del tubo che lo contiene.

#### **RACCORDO FILETTATO CON DADO**

Il raccordo è realizzato in materiale plastico ed è apribile per consentire l'installazione del cavo continuo.

Il raccordo filettato ed il dado di serraggio sono utilizzati per adattare il tappo spaccato al tubo corrugato.

#### **BLOCCAGGIO TRITUBO**

Questo elemento serve a rendere solidale il tritubo alla canaletta di protezione impedendone lo scorrimento, può essere utilizzato come diaframma agli estremi delle canalette.

Si compone di elementi termoplastici sagomati in modo da consentire l'alloggiamento del tritubo.

#### **SUPPORTI (SELLETTE) PER TUBI**

Questi elementi realizzati generalmente in materiale plastico e sono impiegati per mantenere adiacenti e paralleli i tubi all'interno della sede di posa, solitamente sono utilizzati quando sia necessario rendere i tubi posati solidali tra di loro.

Possono essere impiegati per unire i monotubo, il tritubo, i corrugati ed i tubi in PVC.

Le sellette sono anche impiegate, con funzione analoga a quella della flangia di espansione, per rendere solidali alla cabaletta di protezione i tubi posati all'interno di essa.

#### **NASTRO DI SEGNALAZIONE**

Il nastro di segnalazione con riportato per tutta la sua lunghezza la dicitura "CAVI IN FIBRA OTTICA" e verrà posato all'interno dello scavo per tutta la sua lunghezza per segnalare la presenza di cavi in "FO", il nastro di segnalazione dovrà essere posato ad una profondità non inferiore a 20 cm rispetto al piano viabile.

## **76. POSA DELLA GEOMEMBRANA IN HDPE**

### **Specifiche di posa in opera**

L'Impresa deve ottenere dal Produttore, e quindi fornire alla Direzione Lavori per approvazione, una specifica completa per quanto riguarda la fornitura, il trasporto, lo stoccaggio, l'installazione e la saldatura dei teli in HDPE, in accordo con quanto indicato nel seguito; il tutto prima di confermare l'ordine della fornitura. Il Produttore della geomembrana in HDPE deve fornire inoltre complete istruzioni scritte sulle modalità di ripristino del materiale. L'Impresa deve assicurare che le proprie procedure di imballaggio, trasporto e stoccaggio siano tali da prevenire qualsiasi danneggiamento del materiale. Il materiale viene fornito in rotoli che devono riportare in modo ben evidenziato un apposito contrassegno di identificazione che ne illustri le specifiche tecniche. Una volta in cantiere, i rotoli devono essere stoccati in un'area sicura e protetta dagli agenti atmosferici, messa a disposizione dalla Committente, previa richiesta dell'Impresa e coperti da teli opachi per evitare l'esposizione diretta ai raggi UV.

Prima di iniziare la posa del materiale, l'Impresa deve sottoporre per accettazione alla Direzione Lavori una planimetria riportante in modo univoco la numerazione, la disposizione e la sequenza di posa di tutti i rotoli e giunture previsti (abaco di posa). Il Produttore deve corredare ogni partita di prodotto con i relativi certificati attestanti le caratteristiche tecniche della geomembrana in HDPE, al fine di controllare la rispondenza dei materiali ai requisiti richiesti.

#### Referenze del posatore dei teli

L'Appaltatore fornirà dettagli di precedenti esperienze nella posa di teli in HDPE 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 e fornirà le garanzie che l'Appaltatore stessa avrà ottenuto dal fabbricante, il tutto prima di confermare l'ordine della fornitura.

L'Appaltatore, prima di fare iniziare la posa, sottoporrà all'approvazione della Direzione Lavori un disegno con l'indicazione del casellario dei vari rotoli.

L'Appaltatore attribuirà un numero di matricola per ogni rotolo (tale numero sarà stampigliato su ogni rotolo già in fabbrica prima del trasporto in cantiere), indicherà 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 sul quale sarà riportata con esattezza l'effettiva posa dei rotoli nonché le notizie di cui al punto precedente e con l'indicazione della successione effettiva della posa dei teli.

#### Manutenzione della superficie di posa

La geomembrana sarà posata sul materiale che costituisce la superficie di posa.

L'Appaltatore è la sola ed unica responsabile della manutenzione della superficie preparata precedentemente per la posa del materiale; in particolare, essa dovrà assicurare che tale superficie si mantenga priva di asperità o di improvvisi gradini.

#### 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.

#### 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 sui teli**

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 liscio e totalmente privo di ristagni di acque meteoriche o di qualsiasi materiale potenzialmente dannoso per l'integrità della geomembrana.

#### **Controlli sulla posa dei teli**

Durante la posa della geomembrana in HDPE, deve 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). La disposizione dei teli deve soddisfare alcuni requisiti che riguardano il numero e la geometria delle giunzioni; in particolare si deve minimizzare il numero delle giunture, poichè rappresentano le linee di debolezza dell'intero sistema di impermeabilizzazione. La sovrapposizione tra teli adiacenti non deve essere inferiore a 30 cm, garantendo così la continuità della geomembrana, e la disposizione degli stessi deve essere parallela alle linee di massima pendenza. Al fine di verificare la rispondenza alle specifiche tecniche richieste, viene prelevato un campione di geomembrana in HDPE ogni 10.000 m<sup>2</sup> di materiale posato, da sottoporre alle seguenti prove:

- spessore (a 2 kPa) (norma UNI EN 964-1);
- sforzo a rottura (norma UNI EN 12311-2);

- deformazione a rottura (norma UNI EN 12311-2);
- resistenza al punzonamento statico (norma UNI EN ISO 12236).

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

### Saldatura dei teli

La saldatura dei teli è un'operazione delicata da cui può dipendere l'efficienza dell'intero sistema di impermeabilizzazione; per questo deve essere realizzata da personale qualificato e con l'impiego di accessori e tecniche specifiche, secondo quanto richiesto dalla norma UNI 10567 "Membrane di polietilene per impermeabilizzazione di discariche controllate. Criteri generali per la saldatura ed il controllo della qualità dei giunti saldati".

Sono inoltre da prendere a riferimento le linee guida sulla "Saldatura e controllo delle geomembrane in polietilene" redatte dall'Istituto Italiano della Saldatura.

La saldatura dei teli può essere eseguita in due modi:

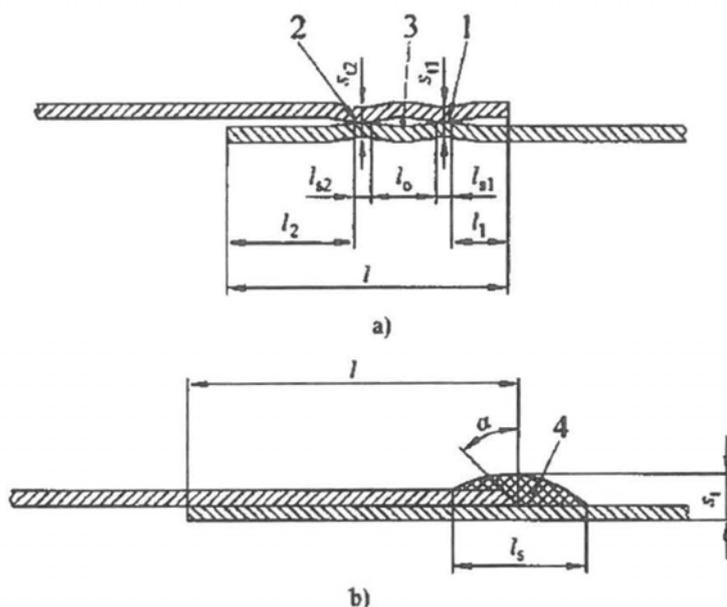
- a doppia pista con cuneo o gas caldo;
- ad estrusione sovrapposta

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.

La forma e le dimensioni dei vari tipi di giunti sono riportati nelle figure e tabelle sottostanti:

#### Legenda

- a) Giunto a doppia saldatura (con canaletta di prova)
- b) Giunto a cordone sovrapposto
- 1 Prima saldatura
- 2 Seconda saldatura
- 3 Canaletta di prova
- 4 Cordone di saldatura



	$s_1$	$s_{11}$	$s_2$	$l$	$l_1$	$l_2$	$l_3$	$l_4$	$l_5$	$l_6$	$\alpha$
	Dimensioni in millimetri										Gradi
Giunto a doppia saldatura		$\leq 2 \times s-0,2$ $\geq 2 \times s-0,8$	$\leq 2 \times s-0,2$ $\geq 2 \times s-0,8$	$\geq 100$		$\geq 13$	$\geq 13$	$\geq 26$	$\geq 20^{a)}$	$\geq 30$	$\geq 10$
Giunto a cordone sovrapposto	$\geq 1,25 \times 2 \times s$ $\leq 1,75 \times 2 \times s$			$\geq 80$	$\geq 40$			$\geq 40$			$\geq 45^\circ$
a) Valore richiesto per effettuare la prova di pelatura su entrambe le saldature.											

#### Saldatura a doppia pista (giunti a doppia saldatura)

E' realizzata con processi ad elemento termico (o termoelemento, indicato anche come cuneo caldo) oppure a gas caldo, entrambi eseguiti attraverso l'utilizzo di attrezzature di tipo meccanizzato; tali giunti sono costituiti da due distinte saldature parallele tra loro, tra le quali viene realizzata un canaletta, successivamente utilizzata per la prova di tenuta in pressione.

Questo tipo di saldatura si realizza per sovrapposizione di due teli che verranno giuntati da un'attrezzatura movente. La macchina di saldatura si sposta automaticamente sulla testata del giunto tramite rulli di pressione che spingeranno un cuneo su cui scorrono i teli da saldare. Il cuneo o il gas raggiungeranno la temperatura più idonea per la fusione dei lembi che, in rapporto anche alla pressione esercitata dai rulli (circa 20 kg) ed alla durata del contatto, si salderanno fra loro. Poichè i rulli ed il cuneo/gas 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 testare la continuità e la tenuta della saldatura. Tutte le saldature così ottenute verranno collaudate, sia con prove distruttive su campioni significativi, sia mediante prove non distruttive eseguite in loco.

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

- saldatura a cuneo caldo (processo ad elemento termico)

Il rammollimento del materiale avviene mediante il contratto tra le geomembrane ed un elemento termico (cuneo caldo) portato in temperatura mediante elettroresistenze. Non vi è ulteriore apporto di materiale.

Le dimensioni della saldatura ed i suoi parametri geometrici più significativi sono quelli indicati in precedenza; i ragni di regolazione dei parametri di saldatura sono i seguenti, previsti dalla norma UNI 10567:

Temperatura dell'elemento termico	Da 320 °C a 420 °C
Forza di saldatura per millimetro di larghezza dei rulli	Da 20 N a 50 N
Velocità di avanzamento dell'attrezzatura	Da 0,8 m/min a 4 m/min

- saldatura mediante processo a gas caldo

Il rammollimento del materiale avviene mediante il contatto tra le geomembrane ed un gas caldo, inviato sulla superficie attraverso uno o più ugelli di uscita. Non vi è ulteriore apporto di materiale.

Le dimensioni della saldatura ed i suoi parametri geometrici più significativi sono quelli indicati in precedenza; i ragni di regolazione dei parametri di saldatura sono i seguenti, previsti dalla norma UNI 10567:

Temperatura del gas caldo	Da 350 °C a 500 °C
Portata del gas caldo	Da 300 l/min a 800 l/min
Forza di saldatura per millimetro di larghezza dei rulli	Da 20 N a 50 N
Velocità di avanzamento	Da 0,5 m/min a 3 m/min

#### Saldatura ad estrusione sovrapposta (giunti a cordone sovrapposto)

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 deve avere le seguenti dimensioni minime: larghezza della saldatura: 40 mm; spessore: 1 mm.

E' realizzata con procedimento ad estrusione ed attrezzatura manuale; queste giunzioni sono sensibilmente diverse dalle precedenti sia dal punto di vista realizzativo che da quello estetico, poiché il cordone di saldatura

viene realizzato tra il lembo della geomembrana superiore opportunamente smussato e la geomembrana inferiore, che funziona quindi anche come sostegno per il materiale d'apporto; le attrezzature impiegate sono estrusori portatili di piccole dimensioni che possono utilizzare come materiale d'apporto il granulo o in alternativa il filo e vengono impiegati in genere anche per le operazioni di riparazione.

Questo tipo di saldatura si realizza dapprima eseguendo una saldatura discontinua per termofusione ad aria calda di 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. Per facilitare l'adesione del cordone estruso, con questa tecnica 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.

Le dimensioni della saldatura ed i suoi parametri geometrici più significativi sono quelli indicati in precedenza; i ragni di regolazione dei parametri di saldatura sono i seguenti, previsti dalla norma UNI 10567:

Temperatura del gas caldo	Da 250 °C a 400 °C
Portata del gas caldo	Da 200 l/min a 400 l/min
Temperatura del materiale d'apporto	Da 220 °C a 250 °C
Velocità di avanzamento	Da 0,5 m/min a 1 m/min

L'attrezzatura da saldatura impiegata deve essere 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 i cambiamenti nelle condizioni ambientali non influenzino l'integrità della saldatura.

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

#### Condizioni ambientali

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

In caso di condizioni ambientali sfavorevoli (pioggia, vento, eccessivo irraggiamento solare, ecc..) è necessario creare una adeguata protezione per la zona di saldatura.

La temperatura delle geomembrane durante le operazioni di saldatura non deve risultare 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.

#### Preparazione delle saldature

Il posatore deve esercitare 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 Produttore.

Le superfici delle geomembrane interessate alle operazioni di saldatura sono considerate le fasce laterali di ogni telo, aventi larghezza maggiore di 50 mm rispetto alla larghezza totale di sovrapposizione. Tali superfici devono risultare asciutte, prive di tracce di polvere, terriccio, unto e altra sporcizia; la pulitura deve essere eseguita con panni puliti per una fascia di almeno 30 cm. Salva prescrizione contraria lo strato superficiale che può risultare ossidato o presentare modifiche strutturali (aderenza migliorata) deve essere rimosso mediante molatura e/o raschiatura.

#### Attrezzature di saldatura

Le tipologie di attrezzature che si utilizzano per la realizzazione delle saldature possono essere di tipo meccanizzato o manuale; tali attrezzature devono soddisfare i requisiti previsti dalle leggi in materia di igiene e sicurezza e permettere la realizzazione di giunti conformi a quanto previsto dalla norma UNI 10567 attraverso regolazione dei parametri di saldatura relativi a temperatura, velocità e forza di saldatura.

##### - Attrezzature di tipo meccanizzato

Automovimentate, impiegate per la saldatura in continuo delle geomembrane, composte essenzialmente da: sistema di riscaldamento, sistema di guida, sistema di applicazione della forza.

##### - Attrezzature di tipo manuale

Non automovimentate, impiegate per la realizzazione di saldature, riparazioni, raccordi, giunti a T, o dove non sia possibile utilizzare attrezzature meccanizzate. Consistono in estrusori manuali con movimentazione della vite tramite motore elettrico, composti da: motore elettrico, impugnatura con pulsante di alimentazione, sistema di estrusione, ugello di uscita del materiale d'apporto, sistema di adduzione del materiale d'apporto, sistema di preriscaldamento a gas caldo del materiale d'apporto.

Devono permettere la regolazione in continuo o per quantità discrete sia di temperatura e portata del gas che di temperatura e flusso del materiale d'apporto. Tali temperature non devono discostarsi tra loro oltre 10°C.

---

### Condizioni di lavoro

Le operazioni eseguite, i luoghi di lavoro, le fasi di trasporto e movimentazione sono soggette alle seguenti leggi:

D.Lgs. 81/2008 – in materia di salute e sicurezza nei luoghi di lavoro

D.Lgs 106/2009 – contenente disposizioni integrative e correttive rispetto al suddetto decreto.

Si ritiene necessaria in termini generali, una valutazione delle seguenti potenziali fonti di rischio:

- meccaniche
- termiche
- elettriche
- acustiche
- chimiche

### **Controlli sulla saldatura dei teli**

La fase relativa al controllo ed al collaudo delle giunzioni saldate riveste un'importanza fondamentale per l'ottenimento della desiderata qualità finale dell'opera di impermeabilizzazione.

Si prevedono i seguenti controlli, differenziati per fase di esecuzione e tipologia.

Tutte le prove devono essere eseguite in presenza della Direzione Lavori.

#### Controlli preliminari (indiretti)

- Controllo delle geomembrane e dei materiali d'apporto

I materiali impiegati devono essere forniti con un attestato di conformità rilasciato dal Produttore sulla base di controlli e prove documentate relativi al prodotto finito o a prodotti appartenenti ad un determinato lotto.

- Controllo delle saldatrici e degli strumenti di misura

Si deve procedere con frequenza almeno annuale ad una revisione completa delle attrezzature e alla taratura degli strumenti di misura.

- Controllo della certificazione dei saldatori

Il personale addetto deve essere qualificato secondo quanto previsto dalla norma UNI 10567.

- Controllo della certificazione delle procedure di saldatura

La qualifica delle procedure impiegate prevede che il costruttore dimostri alla presenza di un Ente di Certificazione accreditato e/o notificato la validità delle procedure impiegate; la realizzazione dei giunti deve avvenire con le stesse modalità effettivamente impiegate in produzione.

#### Controlli (ispezioni) in corso d'opera

Consistono in un'opera di supervisione delle operazioni di saldatura, per garantire la loro corretta esecuzione in conformità a specifiche, procedure, normative e codici ufficialmente riconosciuti.

Sono da intendersi in modo "estensivo", comprendendo cioè tutte le componenti che concorrono direttamente o indirettamente alla realizzazione delle saldature (personale, procedure, attrezzature, ecc..).

#### Controlli diretti

Vengono effettuati dopo la realizzazione delle saldature, e si dividono in "non distruttivi" e "distruttivi". Le saldature devono essere più robuste del materiale. Il campione di saldatura viene conservato per successive prove di laboratorio secondo quanto prescritto dai relativi standards.

L'affidabilità delle giunture deve essere controllata attraverso l'esecuzione delle seguenti prove (norme UNI 10567):

- prove non distruttive: n.1 per ciascuna giuntura a doppia pista, salvo diversa indicazione da parte della Direzione dei lavori;
- prove distruttive: n.1 ogni 300 m lineari di saldatura, salvo diversa indicazione da parte della Direzione dei lavori;
- prove distruttive su giunti di controllo: n.1 per ogni saldatrice per ogni giornata di lavoro.

Il posatore deve fornire e mantenere in cantiere le attrezzature necessarie per il controllo distruttivo di tutte le saldature.

#### *Controlli non distruttivi*

Tutte le saldature (100% delle giunzioni) devono essere provate in cantiere utilizzando:

- per saldature a doppia pista: esame visivo, prove di insufflazione di aria compressa nel canale tra i due lembi, prove con campana sottovuoto;
- per saldature per estrusione: esame visivo, prova con campana sottovuoto, prova con alta tensione, attrezzature ad ultrasuoni.
- Esame visivo:

Un tecnico esperto di controllo qualità, indicato dal Posatore, deve ispezionare visualmente ogni giunto man mano che viene realizzato. Qualsiasi area che apparisse difettosa deve essere segnata, registrata e riparata secondo le istruzioni del Produttore.

- Prove di impermeabilità in pressione (ad aria compressa)

Si eseguono 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 non inferiore a 4 atm non manifesti, dopo 5 minuti, un calo superiore al 10% del valore iniziale stabilizzato.

- Prove di impermeabilità con campana sottovuoto

Consistono nell'applicazione di una soluzione saponosa e successivamente di una campana trasparente sotto vuoto, in cui si deve imporre una depressione di 0,5 bar per una durata di almeno 10 secondi.

La prova è da ritenersi positiva qualora non si verifichino variazioni di depressione e/o formazione di bolle all'interno della campana.

- Prove di impermeabilità con alta tensione

Consistono nell'applicazione di una elevata differenza di potenziale tra le due superfici, mediante elettrodi, e nel verificare se avvenga o meno passaggio di corrente.

Se esistono discontinuità all'interno della saldatura, la mancanza di impermeabilità viene evidenziata dalla formazione di una scarica elettrica.

- Prove di impermeabilità con attrezzature ad ultrasuoni

Si eseguono impiegando un rilevatore di ultrasuoni, costituito da una sonda emittente – ricevente che, dopo opportuna taratura, permette di misurare lo spessore della saldatura, evidenziandone eventuali discontinuità (variazione dello spessore del cordone interposto, bolle d'aria, eterogeneità del materiale). Il sistema trova limitazioni per le difficoltà di applicazione in condizioni ambientali non sempre idonee all'utilizzo dello strumento.

*Controlli distruttivi*

- Esame dimensionale

Lo scopo di questo esame è verificare che le caratteristiche geometriche e dimensionali della saldatura non si discostino da quelle nominali previste. L'esame si considera superato se sono soddisfatti i requisiti indicati nelle tabelle riportate in precedenza.

- Prova di resistenza a pelatura (o sfogliamento, o "peeling")

Campioni tagliati con la saldatura posta al centro, vanno provati sottoponendo a sforzo il telo superiore rispetto al bordo sovrapposto di quello inferiore tentando di spellare la saldatura. Il test risulta positivo quando si rompe il telo; risulta invece negativo quando la saldatura si sfoglia. In caso si verificassero prove con esito negativo, deve essere 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 deve essere riparata seguendo le istruzioni del Produttore. Prima di procedere alle successive saldature deve essere presentata alla Direzione Lavori una relazione che ponga in evidenza le ragioni del difetto della saldatura.

- Prova di trazione delle giunture

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 risulta positivo quando si ha rottura del telo superiore o inferiore, senza il distacco dalla saldatura; risulta invece negativo quando si ha rottura della saldatura.

**Saldatura campione**

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

I provini della saldatura (larghezza 6÷10 cm) devono essere sottoposti a due prove distinte:

- prova di trazione delle giunzioni (norma UNI 8202/30);

- prova di sfogliamento o "peeling" (norma UNI 10567);

Nessuna saldatrice può iniziare il lavoro sino a che la saldatura campione non sia stata approvata con esito positivo.

**Riparazioni sui giunti saldati**

Devono essere realizzate con il processo ad estrusione ed attrezzatura manuale, che consente la realizzazione di giunzioni a cordone sovrapposto.

Nel caso la difettosità sia di tipo localizzato può risultare sufficiente l'esecuzione di cordoni di saldatura.

Per irregolarità e difetti di tipo non continuo (ad es. fori) si devono adoperare strisce o pezzi di geomembrana dello stesso tipo di quelle da riparare.

Per irregolarità e/o difetti di tipo continuo si devono applicare strisce di geomembrane dello stesso tipo di quelle da riparare.

**Normativa di riferimento**

- UNI 10567:1996 "Membrane di polietilene per impermeabilizzazione di discariche controllate. Criteri generali per la saldatura ed il controllo della qualità dei giunti saldati"

- UNI EN 13493:2005 "Geosintetici con funzione barriera. Caratteristiche richieste per l'impiego nella costruzione di discariche per accumulo e smaltimento di rifiuti solidi"

- UNI EN 13100-1 "Prove non distruttive di giunti saldati di prodotti semifiniti di materiale termoplastico – Esame visivo"
- UNI EN 13067 "Personale per la saldatura di materia plastiche – prova di qualificazione dei saldatori – assieme saldati di materiale termoplastico"
- Saldatura e controllo delle geomembrane in polietilene" - Istituto Italiano della Saldatura.
- Manuale per l'installazione di geomembrane in polietilene nelle discariche controllate – Uniplast
- DVS 2225-2 – Joining on lining membrane made of polymer materials in geotechnical and hydraulic engineering – Site testing

## **77. GEOMEMBRANA IMPERMEABILE IN LDPE**

Si tratta di una geomembrana flessibile costituita da una armatura tessuta in polietilene ad alta densità laminata su entrambi i lati con polietilene a bassa densità, La geomembrana dovrà essere resistente ai raggi UV, ai microrganismi ed alle sostanze chimiche normalmente presenti nei terreni.

La resistenza a trazione a breve termine dovrà essere non inferiore a 27,5 kN/m nella direzione longitudinale e a 30,0 kN/m nella direzione trasversale, cui dovrà corrispondere un allungamento non superiore al 24,0 % ed al 19,5 % rispettivamente (EN ISO 10319).

Lo spessore dovrà essere pari a circa 0,6 mm (EN 964-1).

La resistenza al punzonamento CBR non dovrà essere inferiore a 4000 N (EN 12236), e la resistenza alla lacerazione non dovrà essere inferiore a 350 N in direzione longitudinale e a 370 N in direzione trasversale (DIN 53859 T5).

Su tutti i valori indicati è ammessa una tolleranza del 10%.

La giunzione dei pannelli preconfezionati potrà avvenire mediante doppia cucitura in sito e sigillatura con mastice bituminoso o giunzione con nastri bituminosi mono o biadesivi di larghezza minima pari a 10 cm.

La geomembrana dovrà essere approvata dalla direzione lavori e la posa dovrà essere realizzata seguendo le indicazioni progettuali e le procedure fornite dal produttore.

## **78. POSA DEI GEOTESSILI**

L'Impresa deve ottenere dal Produttore, e quindi fornire alla Direzione Lavori per approvazione, una specifica completa per quanto riguarda la fornitura, il trasporto, lo stoccaggio e la posa in opera dei geotessili, in accordo con quanto indicato nel seguito; il tutto prima di confermare l'ordine della fornitura.

L'Impresa deve assicurare che le proprie procedure di imballaggio, trasporto e stoccaggio sono tali da prevenire qualsiasi danneggiamento del materiale.

Il materiale viene fornito in rotoli che devono riportare in modo ben evidenziato un apposito contrassegno di identificazione che ne illustri le specifiche tecniche. Una volta in cantiere, i rotoli devono essere stoccati in un'area sicura e protetta dagli agenti atmosferici, messa a disposizione dalla Committente previa richiesta dell'Impresa, e coperti da teli opachi per evitare l'esposizione diretta ai raggi UV. Prima di iniziare la posa del materiale, l'Impresa deve sottoporre per accettazione alla Direzione Lavori una planimetria riportante in modo univoco la numerazione, la disposizione e la sequenza di posa di tutti i rotoli e giunture previsti (abaco di posa). Il Produttore deve corredare ogni partita di prodotto con i relativi certificati attestanti le caratteristiche tecniche del geotessuto, affinché la Direzione Lavori possa controllare la rispondenza dei materiali ai requisiti richiesti riportati al relativo articolo in precedenza. Il materiale deve riportare ben evidenziato su ogni rotolo il periodo massimo consentito di esposizione ai raggi ultravioletti prima di innescare qualsiasi processo di deterioramento.

### **Posa in opera del materiale.**

Manutenzione della superficie di posa: l'Impresa è la sola ed unica responsabile della manutenzione della superficie preparata precedentemente per la posa del materiale; essa deve infatti assicurare che tale superficie sia uno strato di fondazione solido poco deformabile e privo di asperità od improvvisi gradini.

Posizionamento dei teli in opera: le varie sezioni di telo devono essere srotolate in modo da ridurre al minimo gli spostamenti a rotolo svolto; inoltre devono essere evitate condizioni di stress e/o eccessiva trazione o rigonfiamenti, prevedendo opportuni franchi per tener conto delle contrazioni. Una volta srotolati, i teli devono essere zavorrati per prevenire movimenti e/o sollevamenti. Lo srotolamento dei teli deve avvenire a temperatura ambiente non inferiore a + 5°C.

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.

---

### **Procedure per la posa in opera.**

L'Impresa deve organizzare le operazioni di posa dei teli in modo tale che i periodi di esposizione ai raggi solari, tenendo conto della durata delle fasi di costruzione e gestione, non superino mai i limiti massimi previsti dal Produttore, avendo essa a suo totale carico tutti i maggiori oneri provenienti dal protrarsi delle operazioni anche oltre il termine ultimo previsto per la fine dei lavori, che limitatamente a queste attività, può essere prorogata dalla Direzione Lavori in base alle esigenze di coltivazione. I teli devono essere posizionati in opera con l'asse longitudinale parallelo alla massima pendenza del fondo. Le giunzioni tra i teli devono essere sovrapposte di almeno 30 cm e devono essere parallele per tutta la lunghezza dei teli stessi senza eccessive ondulazioni, pieghe e/o corrugamenti.

Le giunzioni tra i teli devono essere cucite evitando fili o graffette metalliche ed assicurando, con i certificati necessari, che gli eventuali prodotti utilizzati per le suddette operazioni non siano in alcun modo dannosi per i teli in HDPE sia durante le fasi costruttive che di esercizio dell'impianto. L'Impresa deve inoltre assicurare che i teli rimangano in posizione corretta durante tutte le fasi delle lavorazioni, anche in presenza di vento o altre condizioni atmosferiche avverse.

L'Impresa deve inoltre garantire che le operazioni di posa non rechino danni al telo in HDPE, ai tubi di drenaggio e ai drenaggi, assumendosi ogni responsabilità ed ogni eventuale onere di riparazione.

In caso di danneggiamento l'Impresa deve informare tempestivamente la Direzione Lavori indicandone le cause e deve predisporre una relazione con le modalità di riparazione. Dopo che la Direzione Lavori avrà approvato tali modalità oppure avrà apportato a suo insindacabile giudizio le modifiche opportune, l'Impresa deve procedere alle riparazioni.

Alla fine della messa in opera di ciascuno strato di geotessile, la Direzione Lavori deve approvare per iscritto il lavoro eseguito.

I teli non devono essere in alcun modo esposti al diretto passaggio di mezzi meccanici prima della messa in opera degli strati di materiale previsti al di sopra degli stessi.

### **Controlli in corso d'opera.**

Controlli da effettuarsi prima della posa del materiale.

La fornitura dei rotoli giunti in cantiere deve 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 del geotessile.

### **Controlli sulla posa dei teli.**

Durante la posa del geotessile, deve 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). La sovrapposizione tra teli adiacenti non deve essere inferiore a 20 cm, garantendo così la continuità del telo, e la disposizione degli stessi deve essere parallela alle linee di massima pendenza.

Al fine di verificare la rispondenza alle specifiche tecniche riportate in precedenza, viene prelevato un campione per ogni tipo di geotessile impiegato e per ogni 20.000 m<sup>2</sup> di materiale posato, da sottoporre alle seguenti prove:

massa areica (norma UNI EN 9865);

spessore (a 2 kPa) (norma UNI EN 9864-1);

resistenza al punzonamento statico (norma UNI EN ISO 12236).

Non ci sono particolari criteri di controllo sulle giunture tra i teli adiacenti, tuttavia si sottolinea che le cuciture non dovrebbero presentare fili o graffette in metallo. Tutte le prove sono a cura e spese dell'Impresa.

Si fa riferimento alle seguenti norme:

UNI EN ISO 9863-1 "Geosintetici – Determinazione dello spessore a pressioni specificate"

UNI EN ISO 9864 "Geosintetici – Determinazione della massa areica di geotessili e prodotti affini"

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

UNI EN ISO 12236:2006 "Geotessili e prodotti affini - Prova di punzonamento statico (metodo CBR)"

UNI EN ISO 13433:2006 "Geosintetici - Prova di punzonamento dinamico (prova di caduta del cono)"

UNI EN ISO 10320:2002 "Geotessili e prodotti affini - Identificazione in sito"

UNI EN 12224:2001 "Geotessili e prodotti affini - Determinazione della resistenza agli agenti atmosferici"

EN ISO 12956 "Geotessili e prodotti affini - Determinazione della dimensione di apertura (opening size) caratteristica"

---

## 79. POSA GEOCOMPOSITO DRENANTE

L'Appaltatore dovrà ottenere dal Produttore, e quindi fornire alla Direzione Lavori per approvazione, una specifica completa per quanto riguarda la fornitura, il trasporto, lo stoccaggio e la posa in opera dei geotessili, in accordo con quanto indicato nel seguito; il tutto prima di confermare l'ordine della fornitura.

L'Appaltatore dovrà assicurare che le proprie procedure di imballaggio, trasporto e stoccaggio siano tali da prevenire qualsiasi danneggiamento del materiale.

Il materiale verrà fornito in rotoli che dovranno riportare in modo ben evidenziato un apposito contrassegno di identificazione che ne illustri le caratteristiche tecniche.

Una volta in cantiere, i rotoli dovranno essere stoccati in un'area sicura e protetta dagli agenti atmosferici, messa a disposizione dalla Committente previa richiesta dell'Appaltatore, e coperti da teli opachi per evitare l'esposizione diretta ai raggi UV.

Il Produttore dovrà corredare ogni partita di prodotto con i relativi certificati attestanti le caratteristiche tecniche del geotessuto, affinché la Direzione Lavori possa controllare la rispondenza dei materiali ai requisiti richiesti.

L'Appaltatore, al fine di verificare la rispondenza alle specifiche tecniche riportate nella parte del capitolato relativa alla qualità dei materiali forniti, prima dell'inizio dei lavori dovrà effettuare a sue spese, in un laboratorio specializzato, le prove sotto indicate, e dovrà presentare al Committente i certificati di prova in originale dei geotessili che intende posare. Il materiale dovrà essere sottoposto alle seguenti prove:

- massa areica (UNI EN ISO 9864);
- spessore (a 20 kPa) (UNI EN 9863-1);
- deformazione a rottura (UNI EN ISO 10319);
- portata idraulica longitudinale (UNI EN ISO 12958).

Il materiale dovrà riportare ben evidenziato su ogni rotolo il periodo massimo consentito di esposizione ai raggi ultravioletti prima di innescare qualsiasi processo di deterioramento.

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, per ciascuna delle interfacce tra il geocomposito qui in oggetto e i materiali con cui essa si troverà a contatto.

I campioni con cui effettuare le prove dovranno provenire da materiali conformi ai requisiti sopra riportati e da terre di caratteristiche comparabili a quelle di cui è previsto l'impiego.

Le prove dovranno essere eseguite e certificate da un laboratorio ufficiale ai sensi dell'art. 59 del DPR 6.6.2001, n. 380.

Ai fini dell'accettazione del geocomposito drenante, le prove di taglio per le interfacce individuate dovranno fornire valori dei parametri di resistenza a taglio adeguati a garantire la stabilità delle scarpate: in tale senso, i risultati delle prove di interfaccia saranno forniti alla Committente, che si riserverà di pronunciarsi al riguardo.

Le prove sono a cura e spese dell'Appaltatore.

L'Appaltatore è il solo ed unico responsabile della manutenzione della superficie preparata precedentemente per la posa del materiale. Egli dovrà assicurare che tale superficie costituisca uno strato di fondazione solido poco deformabile, privo di asperità od improvvisi gradini e privo di corpi che possano provocare lacerazioni e/o punzonamenti del telo.

Le varie sezioni di telo dovranno essere srotolate in modo da ridurre al minimo gli spostamenti a rotolo svolto. Inoltre, si dovranno evitare condizioni di stress e/o eccessiva trazione o rigonfiamenti, prevedendo opportuni franchi per tener conto delle contrazioni.

Una volta srotolati, i teli dovranno essere zavorrati per prevenire movimenti e/o sollevamenti.

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

L'Appaltatore dovrà organizzare le operazioni di posa dei teli in modo tale che i periodi di esposizione ai raggi solari, tenendo conto della durata delle fasi di costruzione e gestione, non superino mai i limiti massimi previsti dal Produttore, avendo l'Appaltatore a suo totale carico tutti i maggiori oneri provenienti dal protrarsi delle operazioni anche oltre il termine ultimo previsto per la fine dei lavori.

I teli dovranno essere posizionati in opera con l'asse longitudinale parallelo alla massima pendenza. Il geotessile di qualsiasi tipologia, sarà fornito in rotoli le cui dimensioni standard dovranno essere tali da ridurre al minimo le giunzioni da effettuare in cantiere.

Le giunzioni tra i teli dovranno essere sovrapposte di almeno 30 cm e dovranno essere parallele per tutta la lunghezza dei teli stessi senza eccessive ondulazioni, pieghe e/o corrugamenti. I collegamenti tra teli adiacenti secondo direzioni diverse dalla linea di massima pendenza dovranno essere effettuate mediante cucitura da eseguire con filo di nylon.

È vietata la legatura a mezzo di fili metallici e di fissaggio dei teli al terreno mediante infissione di tondini ferro o picchetti di altro materiale.

L'Appaltatore dovrà assicurare che i teli rimangano in posizione corretta durante tutte le fasi delle lavorazioni, anche in presenza di vento o altre condizioni atmosferiche avverse. L'Appaltatore dovrà inoltre garantire che le operazioni di posa non rechino danni ai teli o ai sottoservizi già eventualmente predisposti, assumendosi ogni responsabilità ed onere di riparazione.

In caso di danneggiamento l'Appaltatore dovrà informare tempestivamente la Direzione Lavori indicandone le cause e deve predisporre una relazione con le modalità di riparazione. Dopo che la Direzione Lavori avrà approvato tali modalità oppure avrà apportato a suo insindacabile giudizio le modifiche opportune, l'Appaltatore dovrà procedere alle riparazioni.

Alla fine della messa in opera di ciascuno strato di geotessile, la Direzione Lavori dovrà approvare per iscritto il lavoro eseguito.

I teli non dovranno essere in alcun modo esposti al diretto passaggio di mezzi meccanici prima della messa in opera degli strati di materiale previsti al di sopra degli stessi.

Al fine di verificare la rispondenza alle specifiche tecniche riportate sopra, si preleverà un campione ogni 20.000 m<sup>2</sup> di materiale da posare con un numero minimo di controlli non inferiore a 3, da sottoporre alle seguenti prove:

- spessore (a 20 kPa) (UNI EN 9863-1);
- deformazione a rottura (UNI EN ISO 10319);
- portata idraulica longitudinale (UNI EN ISO 12958).

I controlli previsti non dovranno essere eseguiti in una unica soluzione ma svolti con progressione cronologica durante le operazioni di posa.

Tutte le prove sono a cura e spese dell'Appaltatore. Qualora dai suddetti controlli dovesse risultare, a qualsiasi livello, un'esecuzione difettosa, il Committente potrà rifiutare il lavoro ed ordinare le opere ed i provvedimenti riparatori. Tutte le opere e gli eventuali rifacimenti saranno a completo carico dell'Appaltatore.

Si fa riferimento alla seguente normativa:

EN ISO 9863-1 "Geosynthetics - Determination of thickness at specified pressures"

EN ISO 9864 "Geosynthetics - Test method for the determination of mass per unit area of geotextiles and geotextile-related products"

UNI EN ISO 10319 "Geosintetici - Prova di trazione a banda larga"

UNI EN ISO 10320 "Geotessili e prodotti affini - Identificazione in sito"

UNI EN ISO 12958 "Geotessili e prodotti affini - Determinazione della capacità drenante nel piano"

ASTM D3080 "Standard Test Method for Direct Shear Test of Soils Under Consolidated Drained Conditions"

ASTM D5321 "Standard Test Method for Determining the Coefficient of Soil and Geosynthetic or Geosynthetic and Geosynthetic Friction by the Direct Shear Method"

## **80. DEMOLIZIONE E/O RIMOZIONE DI STRUTTURE IN CALCESTRUZZO SEMPLICE, ARMATO E/O PRECOMPRESSO**

Ove sia necessario, l'Impresa è obbligata ad accertare, con la massima cura, la struttura ed ogni elemento che deve essere demolito sia nel suo complesso sia nei particolari in modo da conoscesse la natura, lo stato di conservazione e le tecniche costruttive.

L'Impresa potrà intraprendere le demolizioni in ottemperanza alle norme di cui agli artt. da 71 a 76 del D.P.R. gennaio 1956 n. 164, e comunque a norma delle vigenti leggi sulla sicurezza sul lavoro, con i mezzi che riterrà più opportuni, previa approvazione della Direzione Lavori.

In ogni caso l'Impresa sarà unica responsabile civile e penale delle azioni conseguenti e dipendenti dall'esecuzione dei lavori di demolizione e rimozione.

Le demolizioni e rimozioni di strutture in calcestruzzo, interrate e non, di qualsiasi genere (armate e non, in precompresso) dovranno essere eseguite con ordine e con le precauzioni atte a prevenire possibilità di infortuni e ad evitare danni alle residue strutture e a terzi, nonché incomodi e disturbi. Tutto quanto demolito e rimosso oltre misura dovrà essere ricostruito a cura e spesa dell'Impresa.

Si dovranno impiegare i mezzi previsti dal progetto e/o ritenuti idonei dalla Direzione Lavori. I materiali risultanti da demolizioni e rimozioni non dovranno essere lasciati cadere dall'alto, ma calati con tiri o guidati verso il basso, evitando di sollevare polvere e ricorrendo, quando necessario, a bagnature.

L'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese a puntellare ed a mettere in condizioni di sicurezza le strutture o parti di struttura pericolanti e quelle che non dovranno essere demolite e/o rimosse.

Per quanto riguarda il personale e gli attrezzi impiegati, l'impresa dovrà osservare le seguenti prescrizioni:

- il personale addetto alla demolizione e/o rimozione delle strutture dovrà avere preparazione e pratica specifiche, sia per l'esecuzione materiale dei lavori sia per l'individuazione immediata di eventuali condizioni di pericolo;

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

La zona interessata dai lavori dovrà essere delimitata con particolare cura; in corrispondenza dei passaggi dovranno essere collocate opportune opere per proteggere i passaggi stessi.

Se in zona sono presenti condotti elettrici, tubazioni per il trasporto di fluidi (acqua, percolato) si dovranno interrompere i flussi. A tal fine l'impresa dovrà prendere direttamente accordi con la Direzione della discarica.

Tutti i materiali riutilizzabili, a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori, dovranno essere opportunamente puliti, custoditi, trasportati ed ordinati nei luoghi di deposito che verranno indicati dalla Direzione stessa, usando cautele per non danneggiarli sia nella pulizia, sia nel trasporto, sia nel loro assestamento e per evitarne la dispersione.

Detti materiali restano tutti di proprietà della Committente, la quale potrà ordinare all'Impresa di impiegarli in tutto od in parte nei lavori appaltati.

Invece i materiali scartati provenienti dalle demolizioni e/o rimozioni dovranno, a cura e spese dell'Impresa, essere allontanati dal cantiere e portati in discarica.

L'Impresa è tenuta a recuperare i materiali ferrosi e non che formano l'opera da demolire, escluso il ferro di rinforzo, quando richiesto dalla Direzione Lavori.

Saranno considerati calcestruzzi armati, per quanto riguarda le demolizioni, quelli che hanno armatura in ferro.

Ai fini contabili le misurazioni vengono effettuate in base alle dimensioni reali delle strutture prima della demolizione e/o rimozione, con esclusione di quanto eseguito oltre misura.

## **81. DEMOLIZIONI DI PAVIMENTAZIONI STRADALI**

### **A) Generalità**

Nelle demolizioni e rimozione l'impresa dovrà adottare tutte le precauzioni necessarie per salvaguardare le opere circostanti e per non deteriorare i materiali, risultanti dalle demolizioni, dei quali sia previsto il reimpiego. Quando per mancanza delle necessarie precauzioni venissero demolite parti o venissero oltrepassati i limiti delle demolizioni prescritte l'Impresa dovrà ricostruire e ripristinare le parti indebitamente demolite, a completo suo onere.

### **B) Disfacimenti di pavimentazioni stradali**

Durante i lavori di demolizione in sede stradale dovranno essere tenute tutte le necessarie precauzioni per la salvaguardia del personale e della circolazione stradale.

In caso di strade provviste di pavimentazione bituminosa, la demolizione del piano stradale dovrà sempre essere realizzata mediante il taglio regolare dei bordi eseguito con idonee macchine o attrezzature (taglia – asfalto a sega o a scalpello, o con attrezzature a fresa), onde evitare il sollevamento dell'asfalto oltre i bordi di scavo.

Nella demolizione delle pavimentazioni bitumate è previsto un compenso a metro lineare per l'esecuzione del taglio della pavimentazione in corrispondenza del perimetro di scavo, o secondo i tracciamenti assegnati. L'asportazione del manto stradale demolito, qualunque spessore esso sia, sarà computato nei volumi di scavo.

Nei prezzi in elenco sono compresi:

- le difese dell'area di lavoro e la segnaletica stradale;
- il taglio regolare e continuo dei bordi con sega a disco o con attrezzo tagliaasfalto;
- il taglio in blocchi e la demolizione della massicciata;
- gli oneri per la cernita e il carico separato dei materiali provenienti dalla demolizione;
- gli oneri per lo smaltimento del materiale di risulta alle discariche autorizzate.
- lo scavo e il carico saranno computati nei volumi di scavo.

La demolizione di pavimentazione di carreggiate o marciapiedi, in conglomerato bituminoso su sottofondo in calcestruzzo, o marciapiede in cemento, con relativo sottofondo, od il solo sottofondo in calcestruzzo di pavimentazioni ad elementi sarà contabilizzata, con il prezzo di elenco, in base all'area in metri quadri.

Lo spessore della pavimentazione, o del sottofondo in calcestruzzo, viene convenzionalmente assunto pari a 15 cm, per eventuali pavimentazione con spessore superiore sarà riconosciuto il compenso di demolizione di strutture interrato in conglomerato cementizio (a volume).

### **C) Scarica di pavimentazione bitumate**

La scarificazione dei manti bituminosi sarà eseguita su richiesta della Direzione Lavori, al fine dei preparare una base per l'applicazione del manto di usura per realizzare il perfetto raccordo del tratto da ripristinare con la pavimentazione esistente.

Il lavoro sarà realizzato mediante l'impiego di adeguate macchine fresatrici munite di teste fresanti a freddo, per gli spessori ordinati (fino a 30 mm, o per spessori aggiuntivi).

Le superfici risultanti dovranno essere perfettamente pulite con getti di acqua in pressione o aria, e tutto il materiale di risulta dovrà essere rimosso, caricato e trasportato alle discariche autorizzate.

Nei prezzi in elenco sono compresi:

- i trasferimenti di personale e mezzi,
- le difese dell'area di lavoro e la segnaletica stradale;
- l'esecuzione dei lavori di scarica, per gli spessori ordinati, compreso il taglio regolare dei bordi;
- il carico e smaltimento a rifiuto del materiale di risulta, in discariche autorizzate;
- la pulizia con scope e lance ad aria,
- per dare il lavoro finito per eseguire il tappeto di usura, secondo le superfici assegnate.

#### **D) Disfacimenti di pavimentazioni in masselli, cubetti, lastre**

Nel disfacimento di pavimentazioni stradali speciali (lastricato, cubetti o ciottoli), la superficie riconosciuta contabilmente sarà quella ordinata dalla Direzione Lavori ed effettivamente demolita. Nel caso in cui la pavimentazione interessi una porzione della superficie dello scavo, verrà riconosciuta all'Impresa la corrispondente frazione della larghezza ordinata.

Dalla quantità totale saranno dedotti solo i manufatti (botole, griglie, manufatti, ecc.) con area superiore a 1,0 mq.

Nel prezzo di demolizione sono compresi gli oneri per la numerazione dei conici, la pulizia degli elementi lapidei recuperati dalla demolizione, ed il loro trasporto e conservazione in siti di stoccaggio a qualunque distanza, per il loro successivo reimpiego, o la discarica a rifiuto dei materiali non più riutilizzabili, le eventuali opere provvisorie quali le arginature provvisorie in conglomerato bituminoso, per evitare il dissesto della pavimentazione circostante durante il periodo di esecuzione dei lavori e durante il periodo di assestamento dei materiali di rinterro dello scavo. Le eventuali sottofondazioni in calcestruzzo da demolire saranno contabilizzate a parte.

## **82. RIPRISTINI DI PAVIMENTAZIONE STRADALE - MODALITÀ ESECUTIVE**

Le pavimentazioni delle sedi stradali asfaltate o a macadam saranno ripristinate dall'impresa a perfetta regola d'arte, secondo quanto previsto dal presente capitolato e nell'elenco descrittivo delle lavorazioni e forniture, secondo le disposizioni della Direzione Lavori ed in conformità alle norme in uso presso l'ufficio tecnico comunale territorialmente competente.

I ripristini in conglomerato bituminoso (binder) dovranno essere eseguiti entro 48 ore dalla chiusura dello scavo, salvo diverso ordine impartito dalla Direzione Lavori, volto sia ad anticipare i lavori, sia eventualmente a procrastinarli.

Il ripristino della pavimentazione stradale dovrà essere di norma eseguito come descritto nel seguito.

#### Ripristini in misto granulare semplice.

- I ripristini della pavimentazione stradale, eseguiti sia in modo provvisorio, in attesa della posa del conglomerato bituminoso, sia in modo definitivo, su strade con pavimentazione a macadam, saranno effettuati utilizzando del misto granulare semplice dello stesso tipo di quello prescritto, per lo strato di base, da posare con le stesse modalità ivi indicate.

#### Ripristini in conglomerato bituminoso semichiuso (binder).

- scarifica delle superfici da ripristinare, per una profondità non inferiore a 10 cm;
- rullatura e bagnatura della zona scarificata;
- stesa dell'emulsione bituminosa (1 kg/m<sup>2</sup>) sui lembi della scarifica e sull'asfalto preesistente;
- posa del binder, costituito da conglomerato bituminoso semichiuso (vagliatura 0-20 mm e contenuto di bitume 4,5 - 5%), per uno spessore minimo di 10 cm;
- rullatura uniforme con particolare cura del raccordo con la pavimentazione preesistente;
- sabbiatura con inerte siliceo accuratamente vagliato, previa applicazione di mano di ancoraggio con emulsione bituminosa.

#### Ripristino in conglomerato bituminoso chiuso (tappeto di usura).

- pulizia accurata del binder posato in precedenza;
- stesa di emulsione bituminosa;
- eventuale ripresa del binder precedente (vagliatura 0-20 mm e contenuto di bitume 4,5 - 5%) e relativa rullatura;
- posa del tappeto di usura costituito da conglomerato bituminoso chiuso (vagliatura 0-9 mm e contenuto di bitume 6 - 8%) per uno spessore minimo di 3 cm e comunque tale da adeguarsi alla sagoma stradale, eccedendo di almeno 20 cm per ogni lato, dal filo dell'asfalto esistente e garantendo la perfetta continuità con il medesimo;

- rullatura uniforme;
- ulteriore trattamento con emulsione bituminosa;
- sabbiatura con inerte siliceo accuratamente vagliato.

Ripristino a monostrato a semipenetrazione.

- pulizia accurata del binder;
- ripresa di eventuali buche ed avvallamenti;
- stesura di una prima mano di emulsione a caldo tipo "EMULREX 70";
- stesura di una prima mano di graniglia di saturazione 8 - 12 mm;
- stesura di una seconda mano di emulsione a caldo tipo "EMULREX 70";
- stesura di una seconda mano di graniglia di saturazione 8 - 12 mm;
- rullatura con idoneo compressore.

Gli attraversamenti, gli scavi longitudinali e le nicchie eseguiti sulle strade statali e provinciali dovranno invece essere ripristinati immediatamente dopo la chiusura dello scavo, con stesura di idoneo strato di conglomerato bituminoso.

La ripresa della pavimentazione, sia bitumata, sia a macadam, già ripristinata e deterioratasi a causa di cali del materiale di riempimento o di rottura del manto, sarà a carico della impresa fino all'avvenuto collaudo finale.

Così pure è posto a carico dell'appaltatore l'onere per la fornitura e posa in opera di misto granulare semplice, per i ricarichi degli scavi che si rendessero necessari in conseguenza di cali del materiale di riempimento e/o per effetto del traffico stradale, fino all'esecuzione del ripristino bitumato.

Tali ricarichi dovranno essere eseguiti sistematicamente e per tutto il tempo necessario sotto la diretta responsabilità dell'impresa appaltatrice.

Nessun compenso accessorio spetta all'appaltatore per tale lavoro, intendendosi compensato l'onere col prezzo relativo alla fornitura e posa di misto granulare semplice per il riempimento degli scavi, fissato nell'allegato elenco.

Durante il ripristino i chiusini stradali e i coperchi delle camerette dovranno essere livellati con il piano della viabilità. Il conseguente onere si intende compreso nel compenso per i ripristini, fissato nell'elenco descrittivo delle lavorazioni e forniture.

### **83. RIPRISTINO DELLA SEGNALETICA STRADALE**

Quando richiesto dalla Direzione Lavori, l'Impresa dovrà provvedere al ripristino o al rifacimento della segnaletica orizzontale delle strade interessate dai lavori, strisce di delimitazione carreggiata, passaggi pedonali, scritte o zebra in genere, con vernice rifrangente di colore bianco o giallo, o mediante l'applicazione di laminato o colato plastico.

L'applicazione della vernice sarà realizzata a mezzo di apposita macchina traccialinee, previa accurata tracciatura delle zone da trattare. Il laminato e/o colato plastico, dopo la necessaria tracciatura, sarà applicato a mano con apposite spatole.

Durante l'esecuzione della segnaletica, l'Impresa dovrà attenersi alle prescrizioni in materia di segnaletica e protezioni, sia alle eventuali prescrizioni o disposizioni che verranno di volta in volta impartite dalla D.L. o da tecnici dell'Ente proprietario della strada.

### **84. POSA IN OPERA DELLA SEGNALETICA VERTICALE ED ORIZZONTALE**

I segnali, con i relativi sostegni, devono essere posti in opera secondo le prescrizioni tecniche e le disposizioni della D.L..

La posa dei sostegni deve essere effettuata con calcestruzzo a ql. 3 di cemento per mc. di impasto, considerando un blocco di fondazione medio di cm. 30x30x60. Le segnalazioni orizzontali dovranno essere eseguite con vernice rifrangente per compressori a spruzzo, nella misura di kg. 1 di vernice per mq. 1,30 di superficie circa e dovranno essere conformi alle disposizioni del T.U. delle norme sulla circolazione stradale e del relativo regolamento di esecuzione, e comprenderà il tracciamento, le vernici e la mano d'opera, il materiale ed i dispositivi di protezione necessari. L'altezza dei segnali stradali deve essere compresa tra m. 0,60 e m. 2,00 misurati tra il bordo inferiore del cartello e il piano stradale.

## 85. ATTRAVERSAMENTI SOTTERRANEI E PARALLELISMI

In caso di attraversamento di fossi, canali sotterranei, fognature, cunicoli, ecc., la condotta verrà inguainata con un tubo in acciaio od in cemento rinfiacato in calcestruzzo, di diametro tale da lasciare una intercapedine di 2-3 cm fra i due tubi.

La condotta non dovrà mai trovarsi a contatto con il tubo guaina e verrà mantenuta centrata mediante distanziatori in plastica od in legno opportunamente trattato al fine di garantirne la conservazione nel tempo. Il tubo guaina sarà opportunamente ancorato al terreno o ai manufatti da attraversare.

I suddetti distanziatori dovranno essere intervallati a distanze non superiori a 2 m, mentre i distanziatori situati alle estremità dell'attraversamento non dovranno distare dalle stesse più di 20 cm. Le modalità di esecuzione di detti attraversamenti dovranno rispettare le norme dettate dal D.M. 24/11/1984 per condotte di 4<sup>a</sup> - 5<sup>a</sup> - 6<sup>a</sup> - 7<sup>a</sup> specie e le prescrizioni specifiche degli enti di sorveglianza.

Nel caso di attraversamenti per i servizi acqua, da eseguire con perforazione, le relative tubazioni vanno sempre poste in guaine distinte e separate con distanza minima di 50 cm.

Gli attraversamenti ed i parallelismi in linee ferroviarie e strade statali dovranno essere eseguiti in conformità alle norme dettate dal D.M. 24/11/1984 e dalle circolari vigenti all'atto dell'esecuzione, emanate dal Ministero dei Trasporti - Ispettorato Generale della Motorizzazione Civile e dei Trasporti in Concessione.

L'onere per la produzione degli elaborati grafici delle opere eseguite rimarrà, come di consueto, a cure e spese dell'appaltatore.

Tale documentazione dovrà essere approvata dai competenti uffici tecnici aziendali.

La metodologia e tutte le opere di varo nonché quelle successive per il completamento dei manufatti (testate, raccordi, pozzetti ecc.) dovranno avere luogo con la piena ed integrale osservanza delle norme e delle disposizioni che verranno impartite dall'Amministrazione proprietaria e dalla Direzione Lavori prima dell'inizio dei lavori e durante lo sviluppo degli stessi. A tale riguardo ed in accordo con il Consorzio appaltante, l'Impresa dovrà preliminarmente definire con competenti Uffici Tecnici delle Amministrazioni ogni aspetto amministrativo e tecnico connesso agli attraversamenti in oggetto. L'Impresa dovrà pertanto svolgere tutte le pratiche necessarie per l'ottenimento dell'autorizzazione all'esecuzione dei lavori, sino a consentirne il perfezionamento dell'apposita convenzione che verrà sottoscritta tra il Consorzio e le Amministrazioni competenti.

L'esecuzione dei lavori dovrà essere attuata attraverso una Ditta specializzata di gradimento dell'Amministrazione, e con l'intervento di tecnici e maestranze particolarmente qualificati. La Ditta dovrà opportunamente documentare la propria idoneità tecnica in materia, attraverso documentazione ed attestati, e dovrà inoltre dimostrare di avere già eseguito, con esito positivo, attraversamenti analoghi - per tipo e dimensione - a quelli previsti nel progetto.

L'Impresa è obbligata a sottoporre al benessere delle Amministrazioni, entro il termine dalla stessa stabilito, un dettagliato programma di esecuzione dei lavori, i calcoli di stabilità di tutte le strutture, siano esse provvisorie o definitive, nonché le caratteristiche delle apparecchiature che verranno installate ed impiegate per le operazioni di spinta.

L'Impresa si impegna ad apportare ai tipi ed ai calcoli presentati tutte le modifiche che l'Amministrazione riterrà di prescrivere.

L'approvazione dei tipi e dei calcoli presentati non escludono né attenuano le responsabilità derivanti all'Impresa dalle vigenti Leggi e Regolamenti ed in particolare dall'articolo 1669 del Codice Civile.

Definiti in ogni particolare i tipi costruttivi e le modalità di esecuzione delle opere ed impostati i manufatti oggetti del varo, così come più avanti indicato, l'Impresa dovrà provvedere alle operazioni di spinta dal momento che, nel caso di ferrovie, verrà indicato, provvedendo nel merito con la continuità necessaria per contenere i rallentamenti in tempi ristretti.

Durante tutto lo sviluppo dei lavori, compresi anche quelli di preparazione e di completamento, l'Impresa dovrà mantenere con le Ferrovie tutti i contatti necessari affinché le Ferrovie stesse possano eseguire ogni e qualsiasi controllo dei binari e delle linee in genere ed in particolare durante la fase di spinta, attenendosi tempestivamente ad ogni ordine che verrà impartito al fine di garantire la più corretta e sicura esecuzione dei lavori e di evitare ogni minimo trascinarsi dei binari.

L'Impresa avrà cura di condurre i lavori con le necessarie cautele per prevenire ed impedire il verificarsi di incidenti e riconoscere a proprio esclusivo carico qualunque responsabilità, per inosservanza delle norme vigenti per la sicurezza dell'esercizio da parte del proprio personale. L'avanzamento dei manufatti dovrà essere interrotto nel momento del passaggio dei convogli ferroviari.

Le caratteristiche costruttive della tubazione dovranno rispondere ai requisiti stabiliti dalle norme vigenti per opere consimili oltre che alle disposizioni che verranno impartite dall'Amministrazione e dalla Direzione Lavori.

In particolare le tubazioni dovranno corrispondere, di massima, alle indicazioni di cui ai disegni allegati. Spessori, entità delle armature e tipo dei materiali dovranno risultare da specifici calcoli che l'Impresa, a sua cura e spese, sottoporrà all'approvazione preliminare delle Amministrazioni.

Le modalità di esecuzione dell'attraversamento dovranno rispettare le tecniche già collaudate e le particolari prescrizioni che saranno impartite all'atto esecutivo.

Realizzata la fossa per l'alloggiamento dei martinetti e dei tubi da infiggere, verranno costruiti il muro reggispinta e la platea di varo corredata di apposite guide e supporti per il sostegno dei tubi. Verrà quindi installato il primo elemento di tubazione, munito di un robusto tagliante di acciaio, per provvedere quindi alla spinta dell'elemento stesso procedendo al contemporaneo scavo ed asporto del materiale descritto dal tagliante onde evitare rigonfiamenti del terreno in superficie. Ultimata l'infissione del primo elemento verrà calato il secondo, allineato al primo in modo che non risulti il minimo disassamento e si procederà alla formazione del giunto.

Verrà quindi iniziata una nuova spinta secondo il procedimento già descritto; l'avanzamento della tubazione avverrà con continuità sino al raggiungimento della completa lunghezza di infissione.

A lavoro ultimato i foderi dovranno risultare come da disegno, quindi con una pendenza media non inferiore al 2% e tenuti costantemente a contatto con il terreno circostante in modo da evitare per quanto possibile qualsiasi formazione di cavità che possa indurre a successivi franamenti.

Eventuali imperfezioni sulla rettilineità, direzioni e pendenze potranno essere tollerate ed accettate se non pregiudicheranno in alcun modo l'infilaggio del tubo. Saranno comunque a carico dell'Impresa tutti i maggiori oneri relativi alle variazioni del progetto originale causati dalle imperfezioni di cui sopra.

Nel caso il lavoro non venga accettato, l'impresa esclude le cause di forza maggiore se riconosciute tali, dovrà eseguire a propria cura e spese un altro attraversamento secondo un nuovo tracciato che verrà fissato dalla D.L. . Saranno a carico dell'Impresa tutti gli oneri eventuali riferentesi alle seguenti operazioni:

- taglio dei tubi, in tronchi di lunghezza conveniente all'esecuzione del lavoro, pulitura e smussatura delle estremità;
- trasporto dei tronchi di tubo sulla linea di posa;
- saldatura testa a testa dei tronchi di tubo per la formazione del fodero di protezione.

Nei tratti in cui il tubo guaina sarà posato a cielo aperto si dovrà provvedere ad un rivestimento a base di sostanze bituminose opportunamente trattate, in modo da conferire allo stesso caratteristiche fisiche ben definite e controllabili.

Lo strato di bitume, continuo ed aderente all'acciaio, deve a sua volta essere protetto dalle azioni meccaniche esterne accidentali, che potrebbero compromettere la sua integrità ed efficacia, mediante un adatta armatura di rinforzo, come nastri di tessuto di vetro o di feltro di vetro.

Affinché le tubazioni poste in opera abbiano un elevato isolamento dall'ambiente esterno, si deve preservare il rivestimento da possibili abrasioni e incisioni durante la fase di posa e di rinterro degli scavi. Per la stessa ragione deve essere posta la massima cura nel rivestire le giunzioni onde garantire la continuità dello stato protettivo.

In qualsiasi fase del lavoro dovrà essere provveduto all'aggettamento delle acque, anche mediante l'abbattimento della falda, così da assicurare l'esecuzione del lavoro all'asciutto.

Nel caso di opera di spinta di tubazioni in cemento armato o in grès le tubazioni dovranno essere opportunamente armate o comunque essere idonee a sopportare le sollecitazioni di spinta in relazione alla natura del terreno. L'appaltatore dovrà produrre a proprie spese la relazione statica esecutiva comprovante tale idoneità rimanendo unico responsabile della progettazione esecutiva.

## **86. ATTRAVERSAMENTI AEREI DI CANALI E CORSI D'ACQUA**

Per gli attraversamenti di fiumi o corsi d'acqua o canali di bonifica di qualsiasi portata e di qualsiasi regime idraulico, torrentizio e non, prima dell'inizio dei lavori l'Impresa deve eseguire un'indagine di carattere geologico, idrografico, meteorologico al fine di definire i criteri di esecuzione dei lavori ed il periodo più favorevole per l'esecuzione degli stessi.

I risultati dell'indagine, nonché il programma dettagliato dei lavori, devono essere trattati in una relazione che deve essere approvata dalla Direzione Lavori.

L'inizio dei lavori è subordinato all'autorizzazione della Direzione Lavori e dell'Amministrazione competente.

### **A) Attraversamenti eseguiti con spingitubo:**

Negli attraversamenti di torrenti o canali di bonifica arginati e non, eseguiti mediante spingitubo, le tubazioni devono essere preparate e posate secondo quanto previsto e descritto. Non è consentito alcun lavoro su corpi arginali senza l'autorizzazione scritta della Committente e delle Amministrazioni competenti.

In corrispondenza del tratto in alveo si devono usare particolari cautele ed accorgimenti (impermeabilizzazione dell'alveo con teli, esclusivo uso dello spingitubo) per evitare ogni fenomeno di sifonamento o sprofondamento

dell'alveo. Eventuali fermi di regime idraulico possono essere richiesti tramite la Committente, che farà quanto possibile per ottenerli.

Ogni qualvolta si opera in corsi d'acqua arginati, si prescrivano che vengano comunque realizzate coronelle di presidio con quota di sommità almeno 50 cm più alta della preesistente e sezione trasversale maggiore anch'essa di almeno 50 cm per parte rispetto alla sezione preesistente.

L'area di presidio delle coronelle deve interessare tutta la zona operativa del cantiere, e deve salvaguardare il territorio circostante dalle possibili esondazioni, anche a carattere eccezionale.

Tutte le lavorazioni per le costruzioni delle coronelle ed ogni altra opera provvisoria, ivi compresi palancolati provvisori, necessarie alla salvaguardia del territorio circostante, previa approvazione della Direzione Lavori saranno contabilizzate e compensate con il relativo prezzo di elenco.

Ad opere ultimate, la demolizione delle coronelle, previo ripristino delle arginature, avverrà dietro comunicazione scritta del Committente.

### **B) Attraversamenti aerei:**

Gli attraversamenti aerei di corsi d'acqua saranno eseguiti con tubazioni in acciaio funzionanti da trave portante per la condotta convogliante acque in pressione.

Il tubo trave deve risultare appoggiato od incastrato alle estremità in appositi blocchi di calcestruzzo ancorati al terreno o a idonei supporti a sbalzo ancorati ai manufatti da attraversare.

Con attraversamenti rettilinei aventi luci di un certo rilievo e soggetti a forti variazioni termiche la D.L. può imporre l'inserimento di un giunto di dilatazione presso uno dei fianchi dell'attraversamento.

Il tubo guaina in acciaio dovrà essere coibentato con coppele in poliuretano rivestire esternamente con rivestimento bituminoso "pesante".

La condotta non dovrà mai trovarsi a contatto con il tubo guaina e verrà mantenuta centrata mediante distanziatori in plastica od in legno opportunamente trattato al fine di garantirne la conservazione nel tempo.

I suddetti distanziatori dovranno essere intervallati a distanze non superiori a 2 m, mentre i distanziatori situati alle estremità dell'attraversamento non dovranno distare dalle stesse più di 20 cm.

Lo spessore della parte portante in acciaio di dette guaine sarà calcolato tenendo conto, oltre che della pressione massima interna del fluido, anche delle sollecitazioni di flessione del tubo funzionante come trave. Occorre altresì verificare che la freccia in mezzera della trave, nelle condizioni di massimo sovraccarico, non sia maggiore dell'uno per mille della luce libera della trave. Nel caso in cui tale verifica non sia soddisfatta si dovranno utilizzare soluzioni con tubazioni-trave dotate di tiranti tenditori o nei casi estremi si dovranno prevedere attraversamenti con travata di sostegno.

Potranno essere previsti inoltre sfiati idonei al tipo di servizio previsto.

Saranno a carico dell'Impresa tutti gli oneri eventuali riferentesi alle seguenti operazioni:

- taglio dei tubi, in tronchi di lunghezza conveniente all'esecuzione del lavoro, pulitura e smussatura delle estremità;
- trasporto dei tronchi di tubo sulla linea di posa;
- saldatura testa a testa dei tronchi di tubo per la formazione del fodero di protezione;
- fornitura e posa di tutti i pezzi speciali occorrenti.

L'appaltatore è tenuto a presentare la relazione completa dei calcoli giustificativi di tutti gli elementi della struttura con particolare riguardo alle unioni saldate o bullonate e le indicazioni necessarie alla esecuzione delle opere di fondazione ed alla corretta impostazione delle strutture metalliche sulle medesime.

I progetti di dettaglio, redatti a cura e spese, dovranno essere approvati dalla D.L. e dovranno ottemperare alle vigenti leggi in materia.

## **87. PREPARAZIONE DEL SOTTOFONDO STRADALE**

Il terreno interessato dalla costruzione del corpo stradale che dovrà sopportare direttamente o la sovrastruttura o rilevati, verrà preparato asportando il terreno vegetale per tutta la superficie e per la profondità fissata dal progetto o stabilita dalla Direzione dei lavori.

I piani di posa dovranno anche essere liberati da qualsiasi materiale di altra natura vegetale, quali radici, cespugli, alberi.

Per l'accertamento del raggiungimento delle caratteristiche particolari dei sottofondi qui appresso stabilite, agli effetti soprattutto del grado di costipamento e dell'umidità in posto, l'Impresa, indipendentemente ai controlli che verranno eseguiti dalla Direzione dei lavori, dovrà provvedere a tutte le prove e determinazioni necessarie.

A tal uopo dovrà quindi, a sue cure e spese, installare in cantiere un laboratorio con le occorrenti attrezzature.

Le determinazioni necessarie per la caratterizzazione dei terreni ai fini della loro possibilità e modalità d'impiego, verranno preventivamente fatte eseguire dalla Direzione dei lavori presso un laboratorio pubblico, cioè uno dei seguenti laboratori; quelli delle Università, delle Ferrovie dello Stato o presso il laboratorio dell'A.N.A.S. Rimosso il terreno costituente lo strato vegetale, estirpate le radici fino ad un metro di profondità sotto il piano di posa e riempite le buche così costituite si procederà, in ogni caso, ai seguenti controlli:  
determinazione del peso specifico apparente del secco del terreno in sito e di quello massimo determinato in laboratorio;  
determinazione dell'umidità in sito in caso di presenza di terre sabbiose, ghiaiose o limose;  
determinazione dell'altezza massima delle acque sotterranee nel caso di terre limose.

## **88. COSTIPAMENTO DEL TERRENO IN SITO**

A) Se sul terreno deve essere appoggiata la sovrastruttura direttamente o con l'interposizione di un rilevato di altezza minore di 50 cm, si seguiranno le seguenti norme:

per le terre sabbiose o ghiaiose, si dovrà provvedere al costipamento del terreno per uno spessore di almeno 25 cm con adatto macchinario fino ad ottenere un peso specifico apparente del secco in sito, pari almeno al 95% di quello massimo ottenuto in laboratorio;

per le terre limose, in assenza d'acqua, si procederà come al precedente capo a);

per le terre argillose si provvederà alla stabilizzazione del terreno in sito, mescolando ad esso altro idoneo, in modo da ottenere un conglomerato a legante naturale, compatto ed impermeabile, dello spessore che verrà indicato volta per volta e costipato fino ad ottenere un peso specifico apparente del secco pari al 95% del massimo ottenuto in laboratorio. Nel caso in cui le condizioni idrauliche siano particolarmente cattive, il provvedimento di cui sopra sarà integrato con opportune opere di drenaggio.

B) Se il terreno deve sopportare un rilevato di altezza maggiore di 0,50 m:

per terre sabbiose o ghiaiose si procederà al costipamento del terreno con adatto macchinario per uno spessore di almeno 25 cm, fino ad ottenere un peso specifico apparente del secco pari all'85% del massimo ottenuto in laboratorio per rilevati aventi un'altezza da 0,50 m a 3 m, e pari all'80% per rilevati aventi un'altezza superiore a 3 m;

per le terre limose, in assenza di acqua, si procederà come indicato al comma a);

per le terre argillose si procederà analogamente a quanto indicato al punto c) del Cap. A.

In presenza di terre torbose si procederà in ogni caso alla sostituzione del terreno con altro tipo sabbioso-ghiaioso per uno spessore tale da garantire una sufficiente ripartizione del carico.

## **89. FONDAZIONE STRADALE**

Quando occorra, la massicciata stradale deve essere munita di una fondazione che, a seconda delle particolari condizioni dei singoli lavori, viene realizzata con una delle seguenti strutture:

in pietrame o ciottolami;

in misto di ghiaia (o pietrisco) e sabbia; o materiale prevalentemente sabbioso;

in materiale di risulta, come i prodotti di recupero delle demolizioni di precedenti massicciate o di costruzioni edilizie, i detriti di frantumazione, le scorie, le ceneri, ecc., purché nei materiali di risulta delle demolizioni non esistano malte gessose;

in terra stabilizzata.

La fondazione sarà costituita dalla miscela del tipo approvato dalla Direzione dei lavori e dovrà essere stesa in strati successivi dello spessore stabilito dalla Direzione dei lavori in relazione alla capacità costipante delle attrezzature di costipamento usate. Il sistema di lavorazione e miscelazione del materiale può essere modificato di volta in volta dalla Direzione dei lavori in relazione dei requisiti richiesti per ogni diversa miscela.

Ciascun strato dovrà essere costipato con attrezzatura idonea al tipo di materiale impiegato ed approvato dalla Direzione dei lavori.

Il costipamento dovrà interessare la totale altezza dello strato che dovrà essere portato dalla densità stabilita di volta in volta dalla Direzione dei lavori in relazione al sistema ed al tipo di attrezzatura da laboratorio usata ed in relazione al sistema ed al tipo di attrezzatura di cantiere impiegata. Durante il periodo di costipamento dovranno essere integrate le quantità di acqua che evaporano per vento, sole, calore, ecc.

Il materiale da usarsi dovrà corrispondere ai requisiti di cui ai vari articoli e dovrà essere prelevato, ove sia possibile, sul posto.

L'acqua da impiegare dovrà essere esente da materie organiche e da sostanze nocive.

Si darà inizio ai lavori soltanto quando le condizioni di umidità siano tali da non produrre detrimenti alla qualità dello strato stabilizzante. La costruzione sarà sospesa quando la temperatura sia inferiore a 3 °C.

Qualsiasi area che sia stata danneggiata per effetto del gelo, della temperatura o di altre condizioni di umidità durante qualsiasi fase della costruzione, dovrà essere completamente scarificata, rimiscelata e costipata in conformità alle prescrizioni della Direzione dei lavori, senza che questa abbia a riconoscere alcun particolare compenso.

La superficie di ciascun strato dovrà essere rifinita secondo le inclinazioni, le livellette e le curvature previste dal progetto e dovrà risultare liscia e libera da buche e irregolarità.

## **90. FONDAZIONE STRADALE IN PIETRAMME O CIOTTOLAMI**

Per la formazione della fondazione in pietrame e ciottolami entro apposito cassonetto scavato nella piattaforma stradale, dovranno costruirsi tre guide longitudinali di cui due laterali ed una al centro e da altre guide trasversali alla distanza reciproca di metri 15, eseguite accuratamente con pietre e ciottoli scelti ed aventi le maggiori dimensioni, formando così dei riquadri da riempire con scapoli di pietrame o ciottoli di altezza non minore di 20 cm e non superiore a 25 cm, assestati a mano, con le code in alto e le facce più larghe in basso bene accostati fra loro e con gli interstizi serrati a forza mediante scaglie.

Ove la Direzione dei lavori, malgrado l'accurata esecuzione dei sottofondi, reputi necessario che prima di spargere su di essi il pietrisco o la ghiaia sia provveduto alla loro rullatura e sagomatura, tale lavoro sarà eseguito in economia (qualora non esista all'uopo apposito prezzo di elenco) e pagato a parte in base ai prezzi di elenco per la fornitura ed impiego di compressori di vario peso.

Ove tale rullatura si renda invece necessaria per deficienze esecutive nella tessitura dei sottofondi, l'Impresa sarà obbligata a provvedere a sua totale cura e spesa alla cilindratura.

A lavoro ultimato, la superficie dei sottofondi dovrà avere sagoma trasversale parallela a quella che in definitivo si dovrà dare alla superficie della carreggiata, o dal pavimento sovrapposto che dovrà costituire la carreggiata stessa.

Qualora per la natura del terreno di sottofondo e per condizioni igrometriche, possa temersi un anormale affondamento del materiale di fondazione, occorre stendere preventivamente su detto terreno uno strato di sabbia o materiale prevalentemente sabbioso di adeguato spessore ed in ogni caso non inferiore a 10 cm.

## **91. FONDAZIONE STRADALE IN GHIAIA O PIETRISCO E SABBIA**

Le fondazioni con misti di ghiaia o pietrisco e sabbia dovranno essere formate con uno strato di materiale di spessore uniforme e di altezza proporzionata sia alla natura del sottofondo che alle caratteristiche del traffico. Di norma lo spessore dello strato da cilindrare non dovrà essere inferiore a 20 cm.

Lo strato deve essere assestato mediante cilindratura. Se il materiale lo richiede per scarsità di potere legante, è necessario correggerlo con materiale adatto, aiutandone la penetrazione mediante leggero innaffiamento, tale che l'acqua non arrivi al sottofondo.

Le cilindature dovranno essere condotte procedendo dai fianchi verso il centro. A lavoro finito, la superficie dovrà risultare parallela a quella prevista per il piano viabile. Le stesse norme valgono per le fondazioni costruite con materiale di risulta. Tale materiale non dovrà comprendere sostanze alterabili e che possono rigonfiare in contatto con l'acqua.

## **92. MASSICCIATA STRADALE**

Le massicciate, tanto se debbono formare la definitiva carreggiata vera e propria portante il traffico dei veicoli di per sé resistente, quanto se debbano eseguirsi per consolidamento o sostegno di pavimentazioni destinate a costituire la carreggiata stessa, saranno eseguite con pietrisco o ghiaia aventi le dimensioni appropriate al tipo di carreggiata e comunque per strade extraurbane secondarie ad intenso traffico (traffico tipo III) come da disposti del Vigente Codice della Strada.

Il pietrisco sarà ottenuto con la spezzatura a mano o meccanica, curando in quest'ultimo caso di adoperare tipi di frantoi meccanici che spezzino il pietrame od i ciottoli di elevata durezza da impiegare per la formazione del pietrisco, in modo da evitare che si determinino fratture nell'interno dei singoli pezzi di pietrisco.

La Direzione dei lavori si riserva la facoltà di fare allontanare o di allontanare, a tutte spese e cure dell'Impresa, dalla sede stradale il materiale di qualità scadente: altrettanto dicasi nel caso che il detto materiale non fosse

messo in opera con le cautele e le modalità che saranno prescritte dalla Direzione dei lavori, come pure per tutti gli altri materiali e prodotti occorrenti per la formazione delle massicciate e pavimentazioni in genere.

Il materiale di massiccata, preventivamente ammannito in cumuli di forma geometrica od in cataste pure geometriche sui bordi della strada od in adatte località adiacenti agli effetti della misurazione, qualora non sia diversamente disposto, verrà sparso e regolarizzato in modo che la superficie della massiccata, ad opera finita, abbia in sezione trasversale e per tratti in rettilineo, ed a seconda dei casi, il profilo indicato nelle sezioni di progetto.

Tutti i materiali da impiegare per la formazione della massiccata stradale dovranno soddisfare alle "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali" di cui al "Fascicolo n. 4" del Consiglio Nazionale delle Ricerche, ultima edizione.

Per la formazione della massiccata il materiale, dopo la misura deve essere steso in modo regolare ed uniforme, ricorrendo alle comuni carriere o forche e se possibile, mediante adatti distributori meccanici.

L'altezza dello strato da cilindrare in una sola volta non deve essere superiore a 15 cm.

Qualora la massiccata non debba essere cilindrata, si provvederà a dare ad essa una certa consistenza, oltre che con l'impiego di pietrisco assortito (da 60 a 25 mm) escludendo rigorosamente le grosse pezzature, mediante lo spandimento di sabbione di aggregazione che renda possibile l'amalgama di vari elementi sotto un traffico moderato.

### **93. CILINDRATURA DELLA MASSICCATA STRADALE**

Salvo quanto è detto all'articolo successivo per ciò che riguarda le semplici compressioni di massicciate a macadam ordinario, quando si tratti di cilindrare a fondo le stesse massicciate da conservare a macadam ordinario, o eseguite per spianamento e regolarizzazioni di piani di posa di pavimentazioni, oppure di cilindrate da eseguire per preparare la massiccata a ricevere trattamenti superficiali, rivestimenti, penetrazioni e relativo supporto, o per supporto di pavimentazioni in conglomerati asfaltici bituminosi od asfaltici, in porfido, ecc., si provvederà all'uso ed in generale con rullo compressore a motore del peso non minore di 16 tonnellate.

Il rullo nella sua marcia di funzionamento manterrà la velocità oraria uniforme non superiore a 3 km.

Per la chiusura e rifinitura della cilindatura si impiegheranno rulli di peso non superiore a tonnellate 14, e la loro velocità potrà essere anche superiore a quella suddetta, nei limiti delle buone norme di tecnica stradale.

I compressori saranno forniti a piè d'opera dall'Impresa con i relativi macchinisti e conduttori abilitati e con tutto quanto è necessario al loro perfetto funzionamento (salvo che sia diversamente disposto per la fornitura di rulli da parte dell'Amministrazione).

Verificandosi eventualmente guasti ai compressori in esercizio, l'Impresa dovrà provvedere prontamente alla riparazione ed anche alla sostituzione, in modo che le interruzioni di lavoro siano ridotte al minimo possibile.

Il lavoro di compressione o cilindatura dovrà essere iniziato dai margini della strada e gradatamente proseguito verso la zona centrale.

Il rullo dovrà essere condotto in modo che nel cilindrare una nuova zona passi sopra una striscia di almeno 20 cm della zona precedentemente cilindrata, e che nel cilindrare la prima zona marginale venga a comprimere anche una zona di banchina di almeno 20 cm di larghezza.

Non si dovranno cilindrare o comprimere contemporaneamente strati di pietrisco o ghiaia superiori a 12 cm di altezza misurati sul pietrisco soffice sparso, e quindi prima della cilindatura. Pertanto, ed ogni qualvolta la massiccata debba essere formata con pietrisco di altezza superiore a 12 cm misurata sempre come sopra, la cilindatura dovrà essere eseguita separatamente e successivamente per ciascun strato di 12 cm o frazione, a partire da quello inferiore.

**Quanto alle modalità di esecuzione delle cilindrate queste vengono distinte in 3 categorie:**

di tipo di chiuso;

di tipo parzialmente aperto;

di tipo completamente aperto;

a seconda dell'uso cui deve servire la massiccata a lavoro di cilindatura ultimato, e dei trattamenti o rivestimenti coi quali è previsto che debba essere protetta.

Qualunque sia il tipo di cilindatura - fatta eccezione delle compressioni di semplice assestamento, occorrenti per poter aprire al traffico senza disagio del traffico stesso, almeno nel primo periodo, la strada o i tratti da conservare a macadam semplice - tutte le cilindrate in genere debbono essere eseguite in modo che la massiccata, ad opera finita e nei limiti resi possibili dal tipo cui appartiene, risulti cilindrata a fondo, in modo cioè che gli elementi che la compongono acquistino lo stato di massimo addensamento.

La cilindatura di tipo chiuso, dovrà essere eseguita con uso di acqua, per tuttavia limitato, per evitare ristagni nella massiccata e rifluimento in superficie del terreno sottostante che possa perciò essere rammollito e con impiego,

durante la cilindratura, di materiale di saturazione, comunemente detto aggregante, costituito da sabbione pulito e scevro di materie terrose da scegliere fra quello con discreto potere legante, o da detrito dello stesso pietrisco, se è prescritto l'impiego del pietrisco e come è opportuno per questo tipo, purché tali detriti siano idonei allo scopo. Detto materiale col sussidio dell'acqua e con la cilindratura prolungata in modo opportuno, ossia condotta a fondo, dovrà riempire completamente, od almeno il più che sia possibile, i vuoti che anche nello stato di massimo addensamento del pietrisco restano tra gli elementi del pietrisco stesso.

Ad evitare che per eccesso di acqua si verifichino inconvenienti immediati o cedimenti futuri, si dovranno aprire frequenti tagli nelle banchine, creando dei canaletti di sfogo con profondità non inferiore allo spessore della massicciata ed eventuale sottofondo e con pendenza verso l'esterno.

La cilindratura sarà protratta fino a completo costipamento col numero di passaggi occorrenti in relazione alla qualità e durezza del materiale prescritto per la massicciata, e in ogni caso non mai inferiore a 120 passate.

La cilindratura di tipo semiaperto, a differenza del precedente, dovrà essere eseguita con le modalità seguenti:

l'impiego di acqua dovrà essere pressoché completamente eliminato durante la cilindratura, limitandone l'uso ad un preliminare inaffiamento moderato del pietrisco prima dello spandimento e configurazione, in modo da facilitare l'assestamento dei materiali di massicciata durante le prime passate di compressore, ed a qualche leggerissimo inaffiamento in sede di cilindratura e limitatamente allo strato inferiore da cilindrare per primo (tenuto conto che normalmente la cilindratura di massicciate per strade di nuova costruzione interessa uno strato di materiale di spessore superiore ai 12 cm), e ciò laddove si verificasse qualche difficoltà per ottenere l'assestamento suddetto. Le ultime passate di compressore, e comunque la cilindratura della zona di massicciata che si dovesse successivamente cilindrare, al disopra della zona suddetta di 12 cm, dovranno eseguirsi totalmente a secco;

il materiale di saturazione da impiegare dovrà essere della stessa natura, essenzialmente arida e preferibilmente silicea, nonché almeno della stessa durezza, del materiale durissimo, e pure preferibilmente siliceo, che verrà prescritto ed impiegato per le massicciate da proteggere coi trattamenti superficiali e rivestimenti suddetti.

Si potrà anche impiegare materiale detritico ben pulito proveniente dallo stesso pietrisco formante la massicciata (se è previsto impiego di pietrisco), oppure graniglia e pietrischino, sempre dello stesso materiale.

L'impiego dovrà essere regolato in modo che la saturazione dei vuoti resti limitata alla parte inferiore della massicciata e rimangano nella parte superiore per un'altezza di alcuni centimetri i vuoti naturali risultanti dopo completata la cilindratura; qualora vi sia il dubbio che per la natura o dimensione dei materiali impiegati possano rimanere in questa parte superiore vuoti eccessivamente voluminosi a danno dell'economia del successivo trattamento, si dovrà provvedere alla loro riduzione unicamente mediante l'esecuzione dell'ultimo strato, che dovrà poi ricevere il trattamento, con opportuna mescolanza di diverse dimensioni dello stesso materiale di massicciata.

La cilindratura sarà eseguita col numero di passate che risulterà necessario per ottenere il più perfetto costipamento in relazione alla qualità e durezza del materiale di massicciata impiegato, ed in ogni caso con numero non minore di 80 passate.

La cilindratura di tipo completamente aperto differisce a sua volta dagli altri sopradescritti in quanto deve essere eseguita completamente a secco e senza impiego di sorta di materiali saturanti i vuoti.

La massicciata viene preparata per ricevere la penetrazione, mediante cilindratura che non è portata subito a fondo, ma sufficiente a serrare fra loro gli elementi del pietrisco, che deve essere sempre di qualità durissima e preferibilmente siliceo, con le dimensioni appropriate, all'uopo approvate dalla D.L.; il definitivo completo costipamento viene affidato alla cilindratura, da eseguirsi successivamente all'applicazione del trattamento in penetrazione.

#### **94. MASSICCIATA IN MACADAM ORDINARIO**

Le massicciate da eseguire e conservare a macadam ordinario saranno semplicemente costituite con uno strato di pietrisco o ghiaia di qualità, durezza e dimensioni conformi a quelle indicate nell'articolo relativo agli inerti stradali o da mescolanza di dimensioni assortite secondo gli ordini che saranno impartiti in sede esecutiva dalla Direzione dei lavori.

I materiali da impiegare dovranno essere scevri di materie terrose, detriti, sabbie e comunque di materie eterogenee. Essi saranno posti in opera nell'apposito cassonetto spargendoli sul fondo e sottofondo eventuale configurati accuratamente in superficie secondo il profilo assegnato alla sagoma trasversale in rettilineo fissata dal progettista nel rispetto delle dimensioni appropriate al tipo di carreggiata e comunque per strade extraurbane secondarie ad intenso traffico (traffico tipo III) come da disposti del Vigente Codice della Strada.

Se per la massicciata è prescritta o sarà ordinata in sede esecutiva la cilindratura a fondo, questa sarà eseguita con le modalità relative al tipo chiuso descritto nel precedente articolo. In entrambi i casi si dovrà curare di sagomare nel modo migliore la superficie della carreggiata secondo i prescritti profili trasversali sopraindicati.

## **95. MASSICCIAIA IN MISTO GRANULOMETRICO A STABILIZZAZIONE MECCANICA**

Per le strade in terre stabilizzate da eseguirsi con misti granulometrici senza aggiunta di leganti si adopererà una idonea miscela di materiali a granulometria continua a partire dal limo di argilla da 0,074 mm sino alla ghiaia (ciottoli) o pietrisco con massime dimensioni di 50 mm.

La relativa curva granulometrica dovrà essere contenuta tra le curve limiti che determinano il fuso di Talbot. Lo strato dovrà avere un indice di plasticità tra 6 e 9 (salvo, in condizioni particolari secondo rilievi di laboratorio, alzare il limite superiore che può essere generalmente conveniente salga a 10) per avere garanzie che né la sovrastruttura si disgreghi né, quando la superficie è bagnata, sia incisa dalle ruote, ed in modo da realizzare un vero e proprio calcestruzzo d'argilla con idoneo scheletro litico. A tal fine si dovrà altresì avere un limite di liquidità inferiore a 35 e ad un C.B.R. saturo a 2,5 mm di penetrazione non inferiore al 50%. Lo spessore dello strato stabilizzato sarà determinato in relazione alla portanza anche del sottofondo e dei carichi che dovranno essere sopportati per il traffico (max 8 kg/cm<sup>2</sup> previsto per pneumatici di grossi automezzi dal vigente Codice della strada) mediante la prova di punzonamento C.B.R. (California bearing ratio) su campione compattato preventivamente col metodo Proctor.

Il materiale granulometrico - tanto che sia tout venant di cava o di frantumazione, tanto che provenga da banchi alluvionali opportunamente vagliati, il cui scavo debba essere corretto con materiali di aggiunta, ovvero parzialmente frantumati per assicurare un maggior ancoraggio reciproco degli elementi del calcestruzzo di argilla - deve essere steso in cordoni lungo la superficie stradale. Successivamente si procede al mescolamento per ottenere una buona omogeneizzazione mediante motograders ed alla contemporanea stesa sulla superficie stradale. Poi, dopo conveniente umidificazione in relazione alle condizioni ambientali, si compatta lo strato con rulli gommati o vibranti sino ad ottenere una densità in posto non inferiore al 95% di quella massima ottenuta con la prova AASHO modificata.

Per l'impiego, la qualità, le caratteristiche dei materiali e la loro accettazione l'Impresa sarà tenuta a prestarsi in ogni tempo, a sue cure e spese, alle prove dei materiali da impiegare o impiegati presso un Istituto sperimentale ufficiale. Le prove da eseguirsi correntemente saranno l'analisi granulometrica meccanica, i limiti di plasticità e fluidità, densità massima ed umidità ottima (prove di Proctor), portanza (C.B.R.) e rigonfiabilità, umidità in posto, densità in posto.

Il laboratorio da campo messo a disposizione dall'Impresa alla Direzione dei lavori dovrà essere dotato di:

- una serie di setacci per i pietrischetti diametri 25, 15, 10, 5, 2; per le terre serie A.S.T.M. 10, 20, 40, 80, 140, 200;
- un apparecchio Proctor completo;
- un apparecchio per la determinazione della densità in posto;
- una stufetta da campo;
- una bilancia tecnica, di portata di 10 kg ad approssimazione di un grammo.

## **96. PREPARAZIONE DELLA SUPERFICIE DELLE MASSICCIAIE CILINDRATE**

L'applicazione sulla superficie delle massicciate cilindrate di qualsiasi rivestimento, a base di leganti bituminosi, catramosi od asfaltici, richiede che tale superficie risulti rigorosamente pulita, e cioè scevra in modo assoluto di polvere e fango, in modo da mostrare a nudo il mosaico dei pezzi di pietrisco.

Ove quindi la ripulitura della superficie della massicciata non sia già stata conseguita attraverso un accurato preventivo lavaggio del materiale costituente lo strato superiore, da eseguirsi immediatamente prima dello spandimento e della compressione meccanica, la pulitura si potrà iniziare con scopatrici meccaniche, cui farà seguito la scopatura a mano con lunghe scope flessibili. L'eliminazione dell'ultima polvere si dovrà fare di norma con acqua sotto pressione, salvo che la Direzione dei lavori consenta l'uso di soffiatrici che eliminino la polvere dagli interstizi della massicciata.

Sarà di norma prescritto il lavaggio quando, in relazione al tipo speciale di trattamento stabilito per la massicciata, il costipamento di quest'ultima superficie sia tale da escludere che essa possa essere sconvolta dall'azione del getto d'acqua sotto pressione, e si impieghino, per il trattamento superficiale, emulsioni.

Per leganti a caldo, per altro, il lavaggio sarà consentito solo nei periodi estivi; e sarà comunque escluso quando le condizioni climatiche siano tali da non assicurare il pronto asciugamento della massicciata che possa essere richiesto dal tipo di trattamento o rivestimento da eseguire sulla massicciata medesima, in modo da tener conto della necessità di avere, per quei trattamenti a caldo con bitume o catrame che lo esigono, una massicciata perfettamente asciutta.

## 97. TRATTAMENTI SUPERFICIALI ESEGUITI CON EMULSIONI BITUMINOSE

La preparazione della superficie stradale dovrà essere effettuata come prescritto al precedente articolo.

La prima applicazione di emulsione bituminosa sarà fatta generalmente a spruzzo di pompe a piccole dimensioni da applicarsi direttamente ai recipienti, eccezionalmente a mano con spazzoloni di piassave, regolando comunque l'uniformità della stesa del legante; rinunciandosi, ormai, quasi sempre, per avere una sufficiente durata del manto, al puro trattamento superficiale semplice, ed effettuandosi, quindi, una vera e propria, sia pur limitata, semipenetrazione parziale (onde il nome di trattamento superficiale ancorato), non si dovrà mai scendere, nella prima mano, sotto 3 kg/m<sup>2</sup> e dovranno adoperarsi emulsioni al 55% sufficientemente viscosi. Si dovrà poi sempre curare che all'atto dello spandimento sia allentata la rottura dell'emulsione perché esso spandimento risulti favorito: e quindi, ove nella stagione calda la massicciata si presentasse troppo asciutta, essa dovrà essere leggermente inumidita.

Di norma, in luogo di procedere alla stesa dell'emulsione in un sol tempo, tanto per evitare dispersione di legante nella massicciata quanto per assicurarsi che la massicciata sia stata ben cilindrata a fondo, senza che si faccia assegnamento sull'azione del legante per ovviare a difetti di frettolosa cilindatura, e soprattutto onde ottenere che già si costituisca una parte di manto di usura, si suddividerà in due successivi spandimenti la prima mano: spandendo in un primo tempo 2,000 kg di emulsione per metro quadrato di superficie di carreggiata e praticando subito dopo un secondo spandimento di 1,000 kg di emulsione facendo seguire sempre ai trattamenti una leggera cilindatura. La quantità complessiva di graniglia di saturazione delle dimensioni da 10 a 15 mm per la prima stesa e di 5 mm circa per la seconda mano, salirà ad almeno 20 litri per metro quadrato per i due tempi e di ciò si terrà conto nel prezzo. Aperta la strada al traffico, dopo i due tempi, l'Impresa dovrà provvedere perché per almeno otto giorni dal trattamento il materiale di copertura venga mantenuto su tutta la superficie, provvedendo se del caso ad aggiunta di pietrischetto.

Dopo otto giorni si provvederà al recupero di tutto il materiale non incorporato.

L'applicazione della seconda mano (spalmatura che costituirà il manto di usura) sarà effettuata a non meno di un mese dallo spargimento dell'emulsione del secondo tempo della prima mano, dopo aver provveduto all'occorrenza ad un'accurata rappezzatura della già fatta applicazione ed al nettamento della superficie precedentemente bitumata. Tale rappezzatura sarà preferibilmente eseguita con pietrischetto bituminato.

Il quantitativo di emulsione bituminosa da applicare sarà non minore di 1,200 kg/m<sup>2</sup>, salvo maggiori quantitativi che fossero previsti nell'elenco dei prezzi.

Allo spandimento dell'emulsione seguirà - immediatamente dopo o con un certo intervallo di tempo, a seconda della natura dell'emulsione stessa - lo spargimento della graniglia (normale o pietrischetto) di saturazione della dimensione di circa 8 mm della quantità complessiva di circa un metro cubo per ogni 100 m<sup>2</sup> di carreggiata e lo spandimento sarà seguito da una leggera rullatura da eseguirsi preferibilmente con rullo compressore a tandem.

Detto pietrischetto o graniglia proverrà prevalentemente da idonee rocce di natura ignea comunque aventi resistenza alla compressione non inferiore a 1500 kg/cm<sup>2</sup>, coefficiente di frantumazione non superiore a 125 e coefficiente di qualità non inferiore a 14.

I quantitativi di emulsione bituminosa e di graniglia potranno variare all'atto esecutivo con susseguente variazione dei prezzi. E' tassativamente vietato il reimpiego del materiale proveniente dalla prima mano rimasto libero che viene raccolto mediante scopatura del piano viabile prima dell'applicazione della seconda mano.

Nella pezzatura della graniglia si dovrà essere assolutamente esigenti evitando il moniglio così da avere una superficie sufficientemente scabra a lavoro finito. Lo spandimento del materiale di ricoprimento dovrà preferibilmente essere fatto con macchine che assicurino una distribuzione perfettamente uniforme.

Il quantitativo di materiale bituminoso sparso verrà controllato per confronto della capacità dei serbatoi delle macchine distributrici e l'area coperta con l'erogazione del contenuto di un serbatoio. Si compileranno comunque, secondo le disposizioni che impartirà la Direzione dei lavori, verbali e rapportini circa i fusti giunti in cantiere, il loro peso medio accertato, il loro essere più o meno pieni, e il peso dei fusti vuoti dopo l'uso.

Per il controllo della qualità del materiale impiegato si preleveranno campioni che saranno avviati ai laboratori per le occorrenti analisi e prove.

Indipendentemente da quanto potrà risultare dalle prove di laboratorio e dal preventivo benessere della Direzione dei lavori sulle forniture delle emulsioni, l'Impresa resta sempre contrattualmente obbligata a rifare tutte quelle applicazioni che dopo la loro esecuzione non abbiano dato sufficienti risultati e che sotto l'azione delle piogge abbiano dato segno di rammollimenti, stemperamento e si siano dimostrate soggette a facili asportazioni mettendo a nudo le sottostanti massicciate.

## 98. MANTI ESEGUITI MEDIANTE CONGLOMERATI BITUMINOSI SEMIAPERTI

Per le strade a traffico non molto intenso nelle quali si vuol mantenere una sufficiente scabrezza si potrà ricorrere a manti formati con pietrischetti o graniglia e sabbia, ed alcuni casi anche con additivo, legati con bitumi solidi o liquidi, secondo le formule di composizione in seguito indicate. Per ottenere i conglomerati bituminosi in oggetto si dovranno impiegare, come aggregato grosso per manti d'usura, materiali ottenuti da frantumazione di rocce aventi elevata durezza con resistenza minima alla compressione di 1250 kg/cm<sup>2</sup>. Per strati non d'usura si potranno usare anche materiali meno pregiati. Saranno ammessi aggregati provenienti dalla frantumazione dei ciottoli e delle ghiaie. Gli aggregati dovranno corrispondere alle granulometrie di cui in appresso.

Per assicurare la regolarità della granulometria la Direzione dei lavori potrà richiedere che l'aggregato rosso venga fornito in due distinti assortimenti atti a dare, per miscela, granulometrie comprese nei limiti stabiliti.

Gli aggregati da impiegarsi per manti di usura non dovranno essere idrofili.

Come aggregato fine si dovranno impiegare sabbie aventi i requisiti previsti all'art. 14 e) del presente capitolato.

Si potranno usare tanto sabbie naturali che sabbie provenienti dalla frantumazione delle rocce. In quest'ultimo caso si potranno ammettere anche materiali aventi più del 5% di passante al setaccio 200.

L'additivo dovrà corrispondere ai requisiti di cui alle Norme del C.N.R. per l'accettazione dei pietrischi, pietrischetti, sabbie, additivi per le costruzioni stradali (fasc. n. 4 ultima edizione).

I bitumi solidi e liquidi dovranno corrispondere ai requisiti di cui alla descrizione dei materiali del presente capitolato. In seguito sono indicate le penetrazioni e le viscosità dei bitumi che dovranno essere adottate nei diversi casi.

I conglomerati dovranno risultare, a seconda dello spessore finale del manto (a costipamento ultimato), costituiti come è indicato nelle tabelle che seguono:

Conglomerati del tipo I (per risagomature, strati di fondazione, collegamento per manti di usura in strade a traffico limitato)

	A	B
	per spessori inferiori a 35 mm % peso	per spessori superiori a 35 mm % peso
Aggregato grosso		
Passante al crivello 25 e trattenuto al setaccio 10	----	66-81
Passante al crivello 20 e trattenuto al setaccio 10	66-81	----
Aggregato fino		
Passante al setaccio 10	15-25	15-25
Bitume		
Quando si impieghino bitumi liquidi è consigliabile aggiungere anche additivo, in percentuali comprese tra il 2 ed il 3% del peso totale	4,2÷5,5	4,2÷5,5

Conglomerati del tipo II (per manti di usura su strade comuni)

	A	B
	per spessori inferiori a 20 mm % peso	per spessori superiori a 20 mm % peso
Aggregato grosso		
Passante al crivello 15 e trattenuto al setaccio 10	----	66-81
Passante al crivello 10 e trattenuto al setaccio 10	66-81	----
Aggregato fino		
Passante al setaccio 10 e trattenuto dal 200	15-25	15-25

	A	B
	per spessori inferiori a 20 mm % peso	per spessori superiori a 20 mm % peso
Additivo		
Passante al setaccio 200	3÷5	3÷5
Bitume	4,5÷6,0	4,5÷6,0

Si useranno bitumi di penetrazione compresa tra 80 e 200, a seconda dello spessore del manto, ricorrendo alle maggiori penetrazioni per gli spessori minori e alle penetrazioni minori per gli strati di fondazione di maggior spessore destinati a sopportare calcestruzzi o malte bituminose, tenendo anche conto delle escursioni locali delle temperature ambientali.

Impiegando i bitumi liquidi si dovranno usare i tipi di più alta viscosità; il tipo BL 150-200 si impiegherà tuttavia solo nelle applicazioni fatte nelle stagioni fredde.

Nella preparazione dei conglomerati, la formula effettiva di composizione degli impasti dovrà corrispondere, a seconda dei tipi di conglomerati richiesti di volta in volta, alle prescrizioni di cui sopra e dovrà essere preventivamente comunicata alla Direzione dei lavori.

Per la esecuzione di conglomerati con bitumi solidi si dovrà provvedere al preventivo essiccamento e riscaldamento degli aggregati con un essiccatore a tamburo, provvisto di ventilatore per l'aspirazione della polvere. Gli aggregati dovranno essere riscaldati a temperature comprese tra i 120°C e i 160°C.

Il bitume dovrà essere riscaldato a temperatura compresa tra i 150°C e i 180°C. Il riscaldamento deve essere eseguito in caldaie idonee, atte a scaldare uniformemente tutto il materiale evitando il surriscaldamento locale, utilizzando possibilmente, per lo scambio di calore, liquidi caldi o vapori circolanti in serpentine immerse o a contatto col materiale.

Si dovrà evitare di prolungare il riscaldamento per un tempo maggiore di quello strettamente necessario. Il riscaldamento e tutte le operazioni eseguite con materiale riscaldato debbono essere condotte in modo da alterare il meno possibile le caratteristiche del legante, la cui penetrazione all'atto della posa in opera non deve risultare comunque diminuita di oltre il 30% rispetto a quella originaria.

Allo scopo di consentire il sicuro controllo delle temperature suindicate, le caldaie di riscaldamento del bitume e i sili degli aggregati caldi dovranno essere muniti di termometri fissi.

Per agevolare l'uniformità della miscela e del regime termico dell'essiccatore, il carico degli aggregati freddi nell'essiccatore dovrà avvenire mediante un idoneo alimentatore meccanico, che dovrà avere almeno tre distinti scomparti, riducibili a due per conglomerati del 1° tipo.

Dopo il riscaldamento l'aggregato dovrà essere riclassificato in almeno due diversi assortimenti, selezionati mediante opportuni vagli.

La dosatura di tutti i componenti dovrà essere eseguita a peso, preferibilmente con bilance di tipo automatico, con quadranti di agevole lettura. Si useranno in ogni caso almeno due distinte bilance: una per gli aggregati e l'altra per il bitume; quest'ultima dovrà eventualmente utilizzarsi anche per gli altri additivi.

Si potranno usare anche impianti a dosatura automatica volumetrica purché la dosatura degli aggregati sia eseguita dopo il loro essiccamento, purché i dispositivi per la dosatura degli aggregati, dell'additivo e del bitume siano meccanicamente e solidamente collegati da un unico sistema di comando atto ad evitare ogni possibile variazione parziale nelle dosature, e purché le miscele rimangano in ogni caso comprese nei limiti di composizione suindicati.

Gli impianti dovranno essere muniti di mescolatori efficienti capaci di assicurare la regolarità e l'uniformità delle miscele.

La capacità dei miscelatori, quando non siano di tipo continuo, dovrà essere tale da consentire impasti singoli del peso complessivo di almeno 200 kg.

Nella composizione delle miscele per ciascun lavoro dovranno essere ammesse variazioni massime dell'1% per quanto riguarda la percentuale di bitume, del 2% per la percentuale di additivo, e del 10% per ciascun assortimento granulometrico stabilito, purché sempre si rimanga nei limiti estremi di composizione e di granulometria fissati per i vari conglomerati.

Per l'esecuzione di conglomerati con bitumi liquidi, valgono le norme sopra stabilite, ma gli impianti dovranno essere muniti di raffreddatori capaci di abbassare la temperatura dell'aggregato, prima essiccato ad almeno 110°C, riducendola all'atto dell'impasto a non oltre i 70°C.

Potrà evitarsi l'uso del raffreddatore rinunciando all'essiccazione dell'aggregato mediante l'impiego di bitumi attivati con sostanze atte a migliorare l'adesione tra gli aggregati ed il bitume in presenza d'acqua. L'uso di questi materiali dovrà essere tuttavia autorizzato dalla Direzione dei lavori e avverrà a cura e spese dell'Impresa.

I bitumi liquidi non dovranno essere riscaldati, in ogni caso, a più di 90°C, la loro viscosità non dovrà aumentare per effetto del riscaldamento di oltre il 40% rispetto a quella originale.

Qualora si voglia ricorrere all'impiego di bitumi attivati per scopi diversi da quelli sopraindicati, ad esempio per estendere la stagione utile di lavoro o per impiegare aggregati idrofili, si dovrà ottenere la preventiva autorizzazione della Direzione dei lavori.

La posa in opera ed il trasporto allo scarico del materiale dovranno essere eseguiti in modo da evitare di modificare o sporcare la miscela e ogni separazione dei vari componenti.

I conglomerati dovranno essere portati sul cantiere di stesa a temperature non inferiori ai 110°C, se eseguiti con bitumi solidi.

I conglomerati formati con bitumi liquidi potranno essere posti in opera anche a temperatura ambiente.

La stesa in opera del conglomerato sarà condotta, se eseguita a mano, secondo i metodi normali con appositi rastrelli metallici.

I rastrelli dovranno avere denti distanziati l'uno dall'altro di un intervallo pari ad almeno 2 volte la dimensione massima dell'aggregato impiegato e di lunghezza pari almeno 1,5 volte lo spessore dello strato del conglomerato.

Potranno usarsi spatole piane in luogo dei rastrelli solo per manti soffici di spessore inferiore ai 20 mm.

Per lavori di notevole estensione la posa in opera del conglomerato dovrà essere invece eseguita mediante finitrici meccaniche di tipo idoneo.

Le finitrici dovranno essere semoventi; munite di sistema di distribuzione in senso longitudinale e trasversale capace di assicurare il mantenimento dell'uniformità degli impasti ed un grado uniforme di assestamento in ogni punto dello strato deposto.

Dovranno consentire la stesa di strati dello spessore di volta in volta stabilito, di livellette e profili perfettamente regolari, compensando eventualmente le irregolarità della fondazione. A tale scopo i punti estremi di appoggio al terreno della finitrice dovranno distare l'uno dall'altro, nel senso longitudinale della strada, di almeno tre metri; e dovrà approfittarsi di questa distanza per assicurare la compensazione delle ricordate eventuali irregolarità della fondazione.

Per la cilindratura del conglomerato si dovranno usare compressori a rapida inversione di marcia, del peso di almeno 5 tonnellate.

Per evitare l'adesione del materiale caldo alle ruote del rullo si provvederà a spruzzare queste ultime con acqua.

La cilindratura dovrà essere iniziata dai bordi della strada e si procederà poi di mano in mano verso la mezzera.

I primi passaggi saranno particolarmente cauti per evitare il pericolo di ondulazioni e fessurazione del manto.

La cilindratura dopo il primo consolidamento del manto dovrà essere condotta anche in senso obliquo all'asse della strada, e, se possibile, anche in senso trasversale.

La cilindratura dovrà essere continuata sino ad ottenere un sicuro costipamento.

Tutti gli orli e i margini comunque limitanti la pavimentazione ed i suoi singoli tratti (come i giunti in corrispondenza alle riprese di lavoro, ai cordoni laterali, alle bocchette dei servizi sotterranei, ecc.) dovranno essere spalmati con uno strato di bitume, prima di addossarvi il manto, allo scopo di assicurare la perfetta impermeabilità ed adesione delle parti.

Inoltre tutte le giunzioni e i margini dovranno essere battuti e finiti a mano con gli appositi pestelli da giunta a base rettangolare opportunamente scaldati o freddi nel caso di conglomerati preparati con bitumi liquidi.

A lavoro finito i manti dovranno presentare superficie in ogni punto regolarissima e perfettamente corrispondente alle sagome ed alle livellette di progetto o prescritte dalla Direzione dei lavori.

A lavoro finito non vi dovranno essere in alcun punto ondulazioni od irregolarità superiori ai 5 mm misurati utilizzando un'asta rettilinea della lunghezza di tre metri appoggiata longitudinalmente sulla pavimentazione.

#### **99. MANTI ESEGUITI MEDIANTE CONGLOMERATI BITUMINOSI CHIUSI**

Per strade a traffico molto intenso, nelle quali si vuole costituire un manto resistente e di scarsa usura e ove si disponga di aggregati di particolare qualità potrà ricorrersi a calcestruzzi bituminosi formati con elevate percentuali di aggregato grosso, sabbia, additivo, bitume.

Gli aggregati grossi dovranno essere duri, tenaci, non fragili, provenienti da rocce preferibilmente endogene, ed a fine tessitura: debbono essere non gelivi o facilmente alterabili, né frantumabili facilmente sotto il rullo o per effetto del traffico: debbono sopportare bene il riscaldamento occorrente per l'impasto: la loro dimensione massima non deve superare i 2/3 dello spessore del manto finito.

Di norma l'aggregato grosso sarà costituito da pietrischetto o graniglia ottenuti per frantumazione da rocce aventi resistenza minima alla compressione di 1250 kg/cm<sup>2</sup> nella direzione del piano di cava ed in quella normale, coefficiente di Dèval non inferiore a 12, assai puliti e tali da non perdere per decantazione in acqua più dell'uno per cento in peso. I singoli pezzi saranno per quanto possibile poliedrici.

La pezzatura dell'aggregato grosso sarà da 3 a 15 mm, con granulometria da 10 a 15 mm dal 15 al 20% - da 5 a 10 mm dal 20 al 35% - da 3 a 5 mm dal 10 al 25%.

L'aggregato fino sarà costituito da sabbia granulare preferibilmente proveniente dalla frantumazione del materiale precedente, sarà esente da polvere di argilla e da qualsiasi sostanza estranea e sarà interamente passante per lo staccio di 2 mm (n. 10 della serie A.S.T.M.): la sua perdita di peso per decantazione non dovrà superare il 2%.

La granulometria dell'aggregato fine sarà in peso:

dal 10 al 40% fra 2 mm e 0,42 mm (setacci n. 10 e n. 40 sabbia grossa)

dal 30 al 55% fra 0,42 mm e 0,297 mm (setacci n. 40 e n. 80 sabbia media)

dal 16 al 45% fra 0,297 mm e 0,074 mm (setacci n. 80 e n. 200 sabbia fine).

L'additivo minerale (filler) da usare potrà essere costituito da polvere di asfalto passante per intero al setaccio n. 80 (0,297 mm) e per il 90% dal setaccio n. 200 (0,074 mm) ed in ogni caso da polveri di materiali non idrofili.

I vuoti risultanti nell'aggregato totale adottato per l'impasto dopo l'aggiunta dell'additivo non dovranno eccedere il 20-22% del volume totale.

Il bitume da usarsi dovrà presentare, all'atto dell'impasto (prelevato cioè dall'immissione nel mescolatore), penetrazione da 80 a 100 ed anche fino a 120, onde evitare una eccessiva rigidità non compatibile con lo scarso spessore del manto.

L'impasto dovrà corrispondere ad una composizione ottenuta entro i seguenti limiti:

aggregato grosso delle granulometrie assortite indicate, dal 40 al 60%;

aggregato fino delle granulometrie assortite indicate, dal 25 al 40%;

additivo, dal 4 al 10%;

bitume, dal 5 all' 8%.

Nei limiti sopraindicati la formula della composizione degli impasti da adottare sarà proposta dall'Impresa e dovrà essere preventivamente approvata dalla Direzione dei lavori.

Su essa saranno consentite variazioni non superiori allo 0,5% in più o in meno per il bitume - all'1,5% in più o in meno per gli additivi - al 5% delle singole frazioni degli aggregati in più o in meno, purché si rimanga nei limiti della formula dell'impasto sopra indicato.

Particolari calcestruzzi bituminosi a masse chiuse e a granulometria continua potranno eseguirsi con sabbie e polveri di frantumazione per rivestimenti di massicciate di nuova costruzione o riprofilatura di vecchie massicciate per ottenere manti sottili di usura d'impermeabilizzazioni antiscivoli.

Le sabbie da usarsi potranno essere sabbie naturali di mare o di fiume o di cava o provenienti da frantumazione purché assolutamente scevre di argilla e di materie organiche ed essere talmente resistenti da non frantumarsi durante la cilindratura: dette sabbie includeranno una parte di aggregato grosso, ed avranno dimensioni massime da 9,52 mm a 0,074 mm con una percentuale di aggregati del 100% di passante al vaglio di 9,52 mm; dell'84% di passante al vaglio di 4,76 mm; dal 50 al 100% di passante dal setaccio da 2 mm; dal 36% all'82% di passante dal setaccio di 1,19 mm; dal 16 al 58% di passante dal setaccio di 0,42 mm; dal 6 al 32% di passante dal setaccio 0,177 mm; dal 4 al 14% di passante dal setaccio da 0,074 mm.

Come legante potrà usarsi o un bitume puro con penetrazione da 40 a 200 od un cut-back medium curring di viscosità 400/500 l'uno o l'altro sempre attirato in ragione del 6 o 7,5% del peso degli aggregati secchi: dovrà aversi una compattezza del miscuglio di almeno l'85%.

Gli aggregati dovranno essere scaldati ad una temperatura non superiore a 120 °C ed il legante del secondo tipo da 130°C a 110°C.

Dovrà essere possibile realizzare manti sottili che, nel caso di rivestimenti, aderiscano fortemente a preesistenti trattamenti senza necessità di strati interposti: e alla prova Hobbar Field si dovrà avere una resistenza dopo 24 ore di 45 kg/cm<sup>2</sup>.

**Per l'esecuzione di comuni calcestruzzi bituminosi a massa chiusa da impiegare a caldo, gli aggregati minerali saranno essiccati e riscaldati in adatto essiccatore a tamburo provvisto di ventilatore e collegato ad alimentatore meccanico.**

Mentre l'aggregato caldo dovrà essere riscaldato a temperatura fra i 130°C ed i 170°C, il bitume sarà riscaldato tra 160°C e 180°C in adatte caldaie suscettibili di controllo mediante idonei termometri registratori.

L'aggregato caldo dovrà essere riclassificato in almeno tre assortimenti e raccolto, prima di essere immesso nella tramoggia di pesatura, in tre sili separati, uno per l'aggregato fine e due per quello grosso.

Per la formazione delle miscele dovrà usarsi una impastatrice meccanica di tipo adatto, tale da formare impasti del peso singolo non inferiore a 200 kg ed idonea a consentire la dosatura a peso di tutti i componenti ed assicurare la perfetta regolarità ed uniformità degli impasti.

Per i conglomerati da stendere a freddo saranno adottati gli stessi apparecchi avvertendo che il legante sarà riscaldato ad una temperatura compresa fra i 90°C ed i 110°C e l'aggregato sarà riscaldato in modo che all'atto della immissione nella mescolatrice abbia una temperatura compresa tra i 50°C e 80°C.

Per tali conglomerati è inoltre consentito all'Impresa di proporre apposita formula nella quale l'aggregato fino venga sostituito in tutto od in parte da polvere di asfalto da aggiungersi fredda; in tal caso la percentuale di bitume da miscelare nell'impasto dovrà essere di conseguenza ridotta.

Pur rimanendo la responsabilità della riuscita a totale carico dell'Impresa, la composizione variata dovrà sempre essere approvata dalla Direzione dei lavori.

Per la posa in opera, previa energica spazzatura e pulitura della superficie stradale, e dopo avere eventualmente conguagliato la massicciata con pietrischetto bitumato, se trattasi di massicciata nuda, e quando non si debba ricorrere a particolare strato di collegamento (binder), si procederà alla spalmatura della superficie stradale con un kg di emulsione bituminosa per m<sup>2</sup> ed al successivo stendimento dell'impasto in quantità idonea a determinare lo spessore prescritto: comunque mai inferiore a 66 kg/m<sup>2</sup> per manti di tre centimetri ed a 44 kg/m<sup>2</sup> per manti di due centimetri.

Per lo stendimento si adopereranno rastrelli metallici e si useranno guide di legno e sagome per l'esatta configurazione e rettifica del piano viabile e si procederà poi alla cilindratura, iniziandola dai bordi della strada e procedendo verso la mezzera, usando rullo a rapida inversione di marcia, del peso da 4 a 6 tonnellate, con ruote tenute umide con spruzzi di acqua, qualora il materiale aderisca ad esse.

La cilindratura, dopo il primo assestamento, onde assicurare la regolarità, sarà condotta anche in senso obliquo alla strada (e, quando si possa, altresì trasversalmente): essa sarà continuata sino ad ottenere il massimo costipamento.

Al termine delle opere di cilindratura, per assicurare la chiusura del manto bituminoso, in attesa del costipamento definitivo prodotto dal traffico, potrà prescriversi una spalmatura di 0,700 kg/m<sup>2</sup> di bitume a caldo eseguita a spruzzo, ricoprendola poi di graniglia analoga a quella usata per il calcestruzzo ed effettuando una ultima passata di compressore.

E' tassativamente prescritto che non dovranno aversi ondulazioni del manto; questo sarà rifiutato se, a cilindratura ultimata, la strada presenterà depressioni maggiori di tre mm al controllo effettuato con aste lunghe tre metri nel senso parallelo all'asse stradale e con la sagoma nel senso normale.

Lo spessore del manto sarà fissato nell'elenco descrittivo delle lavorazioni e forniture: comunque esso non sarà mai inferiore, per il solo calcestruzzo bituminoso compresso, a 20 mm ad opera finita. Il suo spessore sarà relativo allo stato della massicciata ed al preesistente trattamento protetto da essa.

La percentuale dei vuoti del manto non dovrà risultare superiore al 15%; dopo sei mesi dall'apertura al traffico tale percentuale dovrà ridursi ad essere non superiore al 5%. Inoltre il tenore di bitume non dovrà differire, in ogni tassello che possa prelevarsi, da quello prescritto di più dell'1% e la granulometria dovrà risultare corrispondente a quella indicata con le opportune tolleranze.

A garanzia dell'esecuzione l'Impresa assumerà la gratuita manutenzione dell'opera per un triennio. Al termine del primo anno lo spessore del manto non dovrà essere diminuito di oltre un mm, al termine del triennio di oltre quattro mm.

## **100. MANUFATTI PER CANALIZZAZIONI E RETI**

### **Manufatti da gettare o costruire in opera.**

Camerette e manufatti in calcestruzzo.

Le camerette di ispezione, di immissione o i manufatti speciali in genere dovranno essere gettate in opera con calcestruzzo, che dovrà essere dosato diversamente a seconda che sia destinato per la soletta di fondazione, i muri perimetrali o le solette di copertura. L'armatura sarà singolarmente calcolata in base alle specifiche sollecitazioni.

Il fondo delle camerette in genere dovrà essere realizzato contemporaneamente alla posa dei condotti, allargando e modificando, secondo i tipi di progetto, l'eventuale rinfianco delle tubazioni.

Nei manufatti che prevedono immissioni con scivoli di raccordo, questi dovranno essere realizzati in conglomerato cementizio dosato in modo da risultare particolarmente resistente alla corrosione.

### **Manufatti prefabbricati in cemento armato vibrato (c.a.v.).**

I manufatti prefabbricati in cemento armato vibrato dovranno essere realizzati con impasto di cemento tipo R 42,5 dosato ad almeno 400 kg per metro cubo di inerti di idonea granulometria.

La resistenza a compressione del conglomerato cementizio non potrà essere inferiore a 300 kg/cm<sup>2</sup>.

Le pareti dei manufatti dovranno avere spessore costante e le superfici dovranno essere lisce ed esenti da difetti.

Le armature metalliche dovranno essere formate da tondi di acciaio di diametro adeguato al tipo di manufatto ed al carico a cui il manufatto sarà assoggettato dopo la sua posa in opera.

Pozzetti in cemento armato vibrato (c.a.v.).

I pozzetti prefabbricati in c.a.v., siano essi di tipo semplice oppure sifonato, dovranno avere la forma e le dimensioni in funzione del loro specifico impiego, così come indicato nei documenti contrattuali.

Gli opportuni diaframmi predisposti sulle pareti dei pozzetti per gli innesti dei tubi non potranno alterare la resistenza delle pareti stesse.

Gli elementi aggiuntivi da impiegare per raggiungere il piano di calpestio o di transito veicolare, dovranno avere le stesse caratteristiche dei pozzetti. I pozzetti dovranno essere posti in opera su apposito massetto di calcestruzzo magro dello spessore non inferiore a cm 10 mentre i vari elementi aggiuntivi dovranno essere sigillati con malta di cemento ed i giunti dovranno essere stuccati con malta dello stesso tipo. I vuoti restanti tra le pareti di scavo ed i pozzetti saranno riempiti con materiale arido o calcestruzzo secondo le istruzioni della D.L.

Chiusini, caditoie e griglie.

Si premette che si intendono per chiusini e caditoie quei manufatti in c.a.v. od in ghisa costituiti da un telaio e relativo coperchio o griglia, atti ad essere posati su camerette e pozzetti.

I chiusini e le caditoie dovranno essere tali da sopportare un carico concentrato senza subire alterazioni di sorta pari a kg; 7000 per i tipi di carreggiata e di kg; 200 per i tipi pedonabili.

**Le superfici di appoggio tra telaio e coperchio e tra telaio e griglia, dovranno essere lisce e sagomate (battentate), in modo da consentire una perfetta aderenza ed evitare così possibili movimenti.**

La sede del telaio e l'altezza del coperchio o della griglia dovranno essere calibrate in modo che i due elementi vengano a trovarsi sullo stesso piano e non resti tra loro gioco alcuno; tutti i coperchi dovranno, inoltre, essere provvisti di idonee asole per il loro sollevamento.

Prima della posa in opera, la superficie di appoggio del telaio dovrà essere convenientemente pulita e bagnata; sulla stessa dovrà essere steso un letto di malta dosata a 500 kg di cemento tipo R 32,5 per metro cubo di impasto, per l'appoggio del telaio.

La superficie superiore del chiusino o della caditoia dovrà trovarsi, a posa avvenuta, a perfetto piano con la pavimentazione finita e dovrà consentire il libero deflusso delle acque nel caso di caditoie.

Secondo le indicazioni della D.L. potrà venire impiegata ghisa comune o ghisa sferoidale conforme alle norme UNI EN 124.

## **101. CORDONATA IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO**

Gli elementi prefabbricati delle cordonate in calcestruzzo avranno sezione che sarà di volta in volta precisata dalla D.L. Saranno di norma lunghi cm. 100 salvo nei tratti di curva a stretto raggio o casi particolari per i quali la D.L. potrà richiedere dimensioni minori. Il calcestruzzo per il corpo delle cordonate sarà dosato a 350 kg. di cemento normale per metro cubo di calcestruzzo finito, con la osservanza, nella sua confezione, delle norme indicate per i calcestruzzi cementizi.

L'assortimento degli inerti varierà con curva regolare da mm. 20 a 0. Lo strato superficiale delle cordonate, per le sole facce in vista (dalla carreggiata), sarà effettuato con impasto di graniglia bianca e polvere bianca, mescolate a kg 350 di cemento bianco per metro cubo di impasto.

Lo spessore medio di detto strato superficiale sarà di 2 cm. Gli elementi verranno gettati in forme di lamiera; l'assestamento del conglomerato dovrà essere eseguito mediante tavola vibrante od altro sistema ritenuto idoneo dalla D.L.

La resistenza minima a flessione a 28 gg. del conglomerato cementizio dovrà risultare non inferiore ai 40 kg/cm<sup>2</sup>. Gli elementi verranno posati sul letto di calcestruzzo dosato a 200 kg. di cemento tipo normale per metro cubo di getto finito, dello spessore indicato dalla D.L., ma comunque non inferiore a cm. 10.

Gli elementi di cordolo verranno posati attestati, lasciando fra le teste contigue lo spazio di cm. 0.5. Tale spazio verrà riempito di malta cementizia dosata a 350 kg. di cemento tipo R 32,5 per metro cubo di sabbia.

L'amministrazione si riserva di provvedere direttamente, in proprio od a mezzo ditta specializzata, alla fornitura degli elementi prefabbricati di cordonata, nel qual caso l'Impresa ne curerà il trasporto dai luoghi di deposito a piè d'opera e la posa in opera come sopra specificato.

---

## **102. PARACARRI E BARRIERE IN ACCIAIO (BARRIERE DI SICUREZZA)**

I paracarri e le barriere stradali di sicurezza dovranno essere poste in opera essenzialmente al fine di realizzare le condizioni di maggiore sicurezza possibile per gli utenti della strada e dei terzi, e quindi, in primo luogo, per realizzare il contenimento dei veicoli che dovessero tendere alla fuoriuscita dalla carreggiata stradale.

Le barriere devono essere idonee ad assorbire l'energia di cui è dotato il veicolo in movimento, così da limitare gli effetti dell'urto sui passeggeri.

Le barriere andranno posizionate da parte dell'Impresa sulla base dei dati progettuali, elaborati in funzione di strade extraurbane secondarie ad intenso traffico (traffico tipo III) come da disposti del Vigente Codice della Strada.

In particolare fanno riferimento per quanto riguarda la individuazione delle zone da proteggere, i criteri di scelta delle barriere, le procedure per l'omologazione e le modalità di prova dopo la costruzione le "Istruzioni tecniche sulla progettazione, omologazione ed impiego delle barriere di sicurezza stradale" di cui al Decreto del 18/02/92 n. 223 del Ministero dei Lavori Pubblici denominato "Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza" e della successiva Circolare Ministero LL. PP. Del 09.06.1995 n. 2595 e s.m.i..

L'Impresa fornitrice dovrà, prima dell'accettazione del materiale da parte della Direzione dei Lavori, fornire adeguati campioni e certificazioni del materiale da utilizzare e dovrà rilasciare certificato di corretta installazione al termine delle operazioni di montaggio.

## **103. SEGNALETICA**

Per quanto riguarda la segnaletica l'Impresa dovrà attenersi alle disposizioni che verranno impartite di volta in volta dalla Direzione dei Lavori. L'Impresa è comunque tenuta alla stretta osservanza del D.P.R. 07/01/1956 n. 164 e del D.Lgs n. 493/96 e s.m.i. sulla prevenzione degli infortuni sul lavoro ed ogni cautela per evitare il verificarsi dei danni ambientali e/o alle opere, alle persone ed alle cose o infortuni al personale, nell'esecuzione delle prestazioni. Dovranno essere tenute presenti le norme contenute nei Regolamenti, Capitolati Speciali predisposti dall'Ispettorato Generale Circolazione e Traffico del Ministero dei LL.PP. e tutta la normativa vigente all'atto della esecuzione delle opere con particolare riguardo al Nuovo Codice della Strada (D.Lgs. 30.04.1992 n. 285 e successive Regolamenti e Decreti attuativi) e s.m.i..

## **104. IMPIANTO ELETTRICO – DISPOSIZIONI GENERALI**

Gli impianti elettrici devono essere realizzati a regola d'arte, in rispondenza alla legislazione e normativa vigente, con particolare riguardo ai disposti delle leggi e delle norme CEI di riferimento, fra cui si citano:

LEGGE 186, 1 marzo 1968 : Disposizioni concernenti la produzione dei materiali e l'installazione degli impianti elettrici

72/23/CEE LEGGE 791, 18 ottobre 1977 : DIRETTIVA BASSA TENSIONE.

DL 476/92 : COMPATIBILITA' ELETTROMAGNETICA.

DM 37 del 22 gennaio 2008: .....riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.

DLgs 9 aprile 2008 n. 81.

nonchè le seguenti NORME del COMITATO ELETTROTECNICO ITALIANO:ù

CEI 11-17 : Linee in cavo.

CEI 11-1 : Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata;

CEI 0-16 : Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica; CEI EN 60079-10: Classificazione dei luoghi pericolosi;

CEI 31-35/A : Guida all'applicazione della norma CEI EN 60079-10;

CEI EN 60079-14 : Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas ( diversi dalle miniere);

CEI EN 50020: Costruzioni elettriche per atmosfere potenzialmente esplosive –Sicurezza intrinseca "i"

CEI EN 50039 : Costruzioni elettriche per atmosfere potenzialmente esplosive Sistemi elettrici a sicurezza intrinseca "i";

CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V cae a 1500 V cc.

CEI 70-1 : Gradi di protezione degli involucri. - NORME CEI DEL CT 23 : Apparecchiatura a bassa tensione.

Gli impianti, che dovranno seguire i dettami normativi vigenti all'atto della installazione, possano ritenersi eseguiti a "regola d'arte" se ottemperano alle disposizioni valevoli al momento della loro installazione. Dovrà essere utilizzato materiale elettrico costruito a regola d'arte, sul quale sia stato apposto un marchio che ne attesti la conformità (per esempio IMQ), ovvero che abbia ottenuto il rilascio di un attestato di conformità da parte di uno degli organismi competenti per ciascuno degli stati membri della Comunità Economica Europea, oppure sia munito di dichiarazione di conformità rilasciata dal costruttore. I materiali non previsti nel campo di applicazione della L. n. 791/1977 e per i quali non esistono norme di riferimento dovranno comunque essere conformi alla L. n. 186/1968. Tutti i materiali dovranno essere esenti da difetti qualitativi e di lavorazione.

Resta beninteso che è onere dell'Impresa esecutrice delle opere la redazione e la fornitura di un adeguato numero di copie di elaborati riportanti tutti gli schemi elettrici da installare per l'esecuzione dell'intero impianto, copia delle relazioni di calcolo e di progetto degli stessi e tutti gli elaborati e i disegni utili all'approvazione del progetto da parte degli Enti preposti e comunque sarà onere dell'Impresa fornire gli elaborati, inoltrare la domanda e seguire tutte le pratiche per l'approvazione dell'intero impianto.

#### SPECIFICHE GENERALI PER LA REALIZZAZIONE DEI QUADRI DI COMANDO

I quadri di comando dovranno essere realizzati in conformità a quanto richiesto dalle presenti specifiche. Eventuali deroghe dovranno espressamente essere autorizzate dalla D.L.

1. I quadri verranno installati in ambienti caratterizzati da elevata umidità. Tutte le carpenterie e/o parti metalliche non zincate dovranno essere protette con il seguente ciclo di verniciatura:

Sabbiatura SA25,

Zincante inorganico 70 micron,

Base epossidica 70 micron,

Finitura poliuretanica 70 micron.

L'appaltatore potrà proporre alla D.L. altri cicli di verniciature, purché equivalente nella resistenza in ambienti umidi e aggressivi. L'accesso ai vari moduli dovrà essere possibile solo mediante portelle apribili a cerniera e dotate di serratura con chiave con inserto triangolare diametro 8 mm.

La massima cura dovrà essere osservata nell'impedire che gli operatori addetti alla manutenzione possano inavvertitamente toccare parti in tensione, in particolare dovranno essere utilizzati componenti dotati di idonea protezione contro i contatti accidentali.

Le sbarre ed altri elementi potenzialmente pericolosi dovranno essere dotati di protezione in plexiglas con simbolo di tensione.

I conduttori di collegamento tra le varie apparecchiature dovranno essere alloggiati in apposite canaline in plastica autoestinguente; il loro grado di riempimento dovrà essere inferiore al 70 % della sezione disponibile.

Per il fissaggio delle canaline non sono ammessi nastri biadesivi. Dove non sia possibile l'ancoraggio con viti od altri sistemi meccanici, si potrà ricorrere ad adesivi siliconici, previa carteggiatura sia della canalina che del supporto di ancoraggio.

Ciascun conduttore dovrà essere identificato con la stessa numerazione riportata sullo schema elettrico di progetto; la numerazione dovrà essere progressiva senza codici di riferimento a pagine schema; i morsetti di collegamento dovranno assumere la stessa numerazione dei conduttori. La numerazione dovrà essere effettuata con grafoplast o anellini numerati: non sono ammessi sistemi di numerazione adesivi.

Tutti i componenti dovranno essere identificati come da schema elettrico di progetto. Nel caso di relè zoccolati la siglatura dovrà essere riportata sia sul relè sia sullo zoccolo: l'identificazione dovrà essere ottenuta mediante targhette autoadesive pantografate o comunque chiaramente leggibili. Non saranno ammesse siglature con cartellini manoscritti. I relè a zoccolo, alimentati con tensioni diverse, devono essere tra di loro opportunamente separati.

Tutti i conduttori dovranno essere provvisti di capicorda adeguato allo specifico collegamento. In ciascun capicorda è ammesso l'inserimento di max n. 2 conduttori, purché di sezione inferiore a 1.5 mm<sup>2</sup> ed inseriti nello stesso grafoplast; le dimensioni del capicorda dovranno consentire l'agevole inserimento sia dei conduttori sia delle guaine isolanti. I capicorda dovranno essere pressati con apposita pinza.

Ai morsetti delle varie apparecchiature potrà essere collegato un solo capicorda: nei casi in cui occorra effettuare vari collegamenti equipotenziali, si utilizzeranno sbarrette di collegamento adeguatamente protette.

I comuni di bobine, lampade, ecc., dovranno essere distribuiti su più conduttori convergenti alle suddette sbarrette di collegamento. Nel caso in cui la distribuzione di relè e/o lampade fosse suddivisa su più file, ciascuna fila dovrà essere alimentata con un proprio conduttore comune.

La densità di corrente, sia nelle sbarre sia nei conduttori isolati, dovrà essere inferiore a:

2 A/mm<sup>2</sup> per i circuiti di potenza,

1 A/mm<sup>2</sup> per i circuiti di comando,

0,5 A/mm<sup>2</sup> per i circuiti elettronici.

Dovranno essere adottate tecniche di cablaggio e di posa che consentano la massima dissipazione dell'energia termica sviluppata. Le sovrature, verificate dopo 8 ore di funzionamento ininterrotto alla massima potenza di esercizio, dovranno essere inferiori a:

20°C sulle sbarre e nei punti di collegamento,  
20°C sui cavi,  
10°C sulle morsettiere.

La sezione dei conduttori non dovrà essere inferiore a:

2,5 mm<sup>2</sup> per i circuiti di potenza,  
1 mm<sup>2</sup> per i circuiti di comando,  
0,75 mm<sup>2</sup> per i circuiti elettronici in genere (ingressi, uscite PLC).

15. La colorazione dei conduttori dovrà essere:

circuiti a 220/380 V	nero,
circuiti a 110 V	rosso,
circuiti a 24 Vca	grigio,
positivo 24 Vcc	rosso,
negativo 24 Vcc	nero,
segnali digitali/analogici PLC	bianco.

I circuiti a corrente continua, relativi alle misure analogiche, dovranno essere mantenuti separati dai circuiti di potenza: dove questo non sia possibile, i conduttori dei circuiti di potenza dovranno essere intrecciati per annullare il campo elettromagnetico indotto, mentre per i circuiti di misura dovranno essere utilizzati cavi schermati, sezione min 0,75 mm<sup>2</sup>.

Le schermature dei cavi dovranno essere considerate a tutti gli effetti come parti in tensione: esse dovranno attestarsi su morsetti isolati e collegati alla sbarra di terra equipotenziale, Il collegamento delle schermature deve essere effettuato solo dal lato quadro di comando, mentre la restante estremità deve essere opportunamente isolata con nastro autovulcanizzante o guaina termoindurente.

Dovranno essere adottate tecniche di cablaggio che evitino ogni possibilità di contatto dell'isolante dei conduttori dei circuiti di potenza e/o ausiliari con sbarre, morsetti, terminali od altre parti in tensione.

I conduttori a monte dei fusibili di protezione dovranno essere separati sia da altre parti in tensione (vedi punto precedente), sia da parti metalliche in genere.

Gli ancoraggi delle sbarre e dei conduttori in genere dovranno essere dimensionati in modo tale da resistere alle forze elettrodinamiche generate dalle correnti di corto circuito.

I cavi provenienti dalle varie utenze si attesteranno su apposita guida fermacavi, i morsetti dovranno essere posti ad una distanza non inferiore a 150 mm dalla suddetta guida.

La sezione dei morsetti dovrà essere adeguata alla sezione del cavo corrispondente, con un minimo di 4 mm<sup>2</sup> per i circuiti di potenza e 2.5 mm<sup>2</sup> per i circuiti di comando; per i morsetti di potenza la corrente di utilizzo dovrà essere inferiore al 50% della corrente massima ammissibile dal morsetto in questione.

Non è consentito l'utilizzo di morsetti sovrapposti.

I singoli conduttori dei vari cavi multipolari dovranno essere protetti, nel tratto tra la guida fermacavi e le morsettiere, con guaina in plastica di appropriate dimensioni. La lunghezza dei conduttori dovrà essere di almeno 400 mm; i conduttori dovranno essere ripiegati ad omega per consentire l'agevole inserzione di amperometri a tenaglia. Nei casi in cui la sezione dei conduttori non consenta la disposizione sopra richiesta, dovranno essere adottate appropriate alternative che consentano l'inserimento degli amperometri senza sollecitazioni o torsioni dei conduttori in esame.

Nel caso in cui sia prevista l'attestazione dei conduttori direttamente alle sbarre o ai terminali delle varie apparecchiature, dovranno comunque essere previsti sistemi di ancoraggio che evitino sollecitazioni a sbarre o apparecchiature, dovute al peso dei cavi e/o al movimento degli stessi, provocati sia da effetti dinamici delle correnti di corto circuito, sia da eventuali spostamenti degli stessi nell'area esterna al quadro.

Dove non diversamente indicato, la scelta dei contattori dovrà essere effettuata con i seguenti parametri:

categoria di impiego AC3,  
durata elettrica 1,5 milioni di manovre.

Dove non diversamente specificato, la scelta dei vari componenti dovrà essere effettuata con i seguenti parametri:  
corrente massima di utilizzo =< 70% della corrente nominale

La disposizione delle apparecchiature dovrà essere effettuata razionalmente, occupando lo spazio strettamente necessario per consentire le operazioni di manutenzione e lasciando spazi vuoti per futuri ampliamenti.

Il posizionamento di apparecchiature che generano calore (trasformatori, alimentatori, ecc.) dovrà essere effettuato con modalità tali da favorire il moto convettivo dell'aria.

Il posizionamento e le tecniche di montaggio e di collegamento delle singole apparecchiature (PLC, sensori ecc.) dovrà essere effettuato in conformità a quanto richiesto dalle case costruttrici delle apparecchiature stesse.

Nei casi di ampliamento e/o modifiche di impianti esistenti, dovranno essere utilizzate, ad eccezione dei casi in cui ragioni tecniche lo sconsiglino, apparecchiature identiche a quelle già installate (case costruttrici, caratteristiche, ecc.).

Il cablaggio dei tratti di linea a monte ed a valle degli scaricatori di tensione, dovrà rigorosamente svilupparsi con percorsi rettilinei, al fine di limitare al massimo l'impedenza del circuito; tali collegamenti dovranno essere realizzati con conduttori di sezione minima 10 mm<sup>2</sup> per le fasi e 16 mm<sup>2</sup> per il collegamento a massa.

Prima del posizionamento delle apparecchiature all'interno dei quadri dovranno essere forniti alla D.L. - per le relative osservazioni - i disegni quotati relativi al posizionamento delle stesse, nonché la vista frontale dei quadri di comando.

Prima di effettuare il cablaggio delle apparecchiature dovrà essere richiesto alla D.L. un sopralluogo per la verifica del corretto posizionamento delle stesse.

Prima della spedizione f.co cantiere dovrà essere richiesto alla D.L. un sopralluogo per la verifica strutturale del quadro. Le prove di isolamento e quelle preliminari di funzionamento.

#### CARATTERISTICHE GENERALI DEI QUADRI E DEI PRINCIPALI COMPONENTI INSTALLATI

Carpenterie quadri di comando e controllo:

I quadri dovranno essere realizzati con moduli componibili, grado di protezione IP 55 (dove non diversamente specificato).

Carpenterie metalliche in genere:

Per le carpenterie non in acciaio inox dovrà essere adottato lo stesso ciclo di verniciatura descritto per i quadri elettrici.

Canaline e passerelle portacavi:

Dove non sia espressamente richiesta la fornitura in acciaio inox, dovranno essere utilizzate canaline con zincatura tipo sendzimir secondo le norme vigenti UNI EN 10326 e UNI EN 10327, con trattamenti opportunamente certificati.

Portafusibili:

Sino a 20 A : tipo sezionabile per fusibili CH10 10,3 x 38 mm,

da 25 a 35 A : tipo sezionabile per fusibili CH14 14 x 51 mm,

da 40 a 100 A : tipo sezionabile per fusibili NH00,

oltre 100 A : tipo NH0.

Scaricatori di tensione circuiti di potenza:

tensione max di esercizio 280Vac,

corrente impulsiva nominale di scarica 10 kA,

corrente impulsiva limite di scarica 40 kA,

corrente limite di scarica 60 kA,

tempo di intervento 25 ns,

segnalazione a cartellino di avaria.

Trasformatori:

max potenza di utilizzo a regime continuo: 70% della potenza nominale,

max potenza di utilizzo transitoria: 120% della potenza nominale.

Scaldiglie anticondensa:

tipo autoregolante.

Relè ausiliari:

tensione nominale contatti : 250 Vac,

corrente max con carico resistivo : 5A,

esecuzione con zoccolo,

n. 2 contatti in scambio.

Temporizzatori:

tipo elettronico multiscala.

Alimentatori stabilizzati:

tecnologia switching,

max potenza di utilizzo a regime continuo: 70% della potenza nominale,

max potenza di utilizzo transitoria: 100% della potenza nominale.

Scaricatori di tensione per circuiti analogici tipo Weidmoeller EGU4 o equivalenti:

tensione di esercizio : 24 Vac,

corrente di esercizio : 100 mA,

protezione in ingresso verso massa : scaricatori a gas,

prima cella filtro a mezzo impedenze,

seconda protezione a mezzo varistori,  
seconda cella filtro a mezzo impedenze,  
protezione in uscita a mezzo diodi zener.

## 105. CAVI ELETTRICI

I cavi elettrici devono presentare le seguenti caratteristiche:

- cavo flessibile unipolare N07-V-K conforme CEI 20-20, tensione nominale non superiore a 450-750 V, isolato in pvc, non propagante l'incendio conforme CEI 20-22 II
- cavo flessibile unipolare N07G9-K a basso sviluppo di fumi e gas tossici corrosivi conforme norme CEI 20-38, isolato con mescola elastomerica reticolata, tensione nominale 450-750 V, non propagante l'incendio conforme CEI 20-22 II
- cavo flessibile unipolare FM9 a bassissimo sviluppo di fumi e gas tossici corrosivi conforme CEI 20-37 e CEI 20-38, isolato con mescola termoplastica, tensione nominale 450-750 V, non propagante l'incendio conforme CEI 20-22 III
- cavo flessibile FM90Z1 a bassissima emissione di fumi e gas tossici corrosivi conforme CEI 20-37 e CEI 20-38, isolato con mescola termoplastica, tensione nominale 450-750 V, non propagante l'incendio conforme CEI 20-22 III
- cavo flessibile H03-VV-F isolato in pvc con sottoguaina di pvc bipolare, tripolare, tetrapolare
- cavo flessibile FROR, conforme CEI 20-20, tensione nominale non superiore a 450-750 V, isolato in pvc con sottoguaina di pvc, non propagante l'incendio conforme CEI 20-22 II bipolare, tripolare, tetrapolare, pentapolare
- cavo flessibile FROR conforme CEI 20-20, tensione nominale non superiore a 300-500 V, isolato in pvc con sottoguaina di pvc, non propagante l'incendio conforme CEI 20-22 II. Sezione 1 mmq, sezione 1,5 mmq
- cavo flessibile conforme CEI 20-13 e designazione secondo CEI UNEL 35011, isolato con gomma etilenpropilenica ad alto modulo, sottoguaina in pvc, tensione nominale 0,6-1 kV, non propagante l'incendio conforme CEI 20-22 II. FG7(O)R unipolare, bipolare, tripolare, tetrapolare, pentapolare
- cavo flessibile FG7OH2R conforme CEI 20-13 e designazione secondo CEI UNEL 35011, isolato con gomma etilenpropilenica ad alto modulo schermatura in treccia di rame rosso con sottoguaina in pvc, tensione nominale 0,6/1 kV, non propagante l'incendio conforme CEI 20-22 II bipolare, tripolare, tetrapolare, pentapolare
- cavo flessibile FG7(O)M1 conforme CEI 20-13, a bassissima emissione di fumi, gas tossici e corrosivi, isolato con gomma etilenpropilenica ad alto modulo con sottoguaina di speciale mescola termoplastica, tensione nominale 0,6/1 kV, non propagante l'incendio conforme CEI 20-22 II unipolare, bipolare, tripolare, tetrapolare, pentapolare, sezione 1,5 mmq, sezione 2,5 mmq
- cavo flessibile FTG10(O)M1, conforme CEI 20-45, a bassissima emissione di fumi e gas tossici conforme CEI 20-37 e 20-38, isolato con mescola elastomerica reticolata con sottoguaina speciale mescola termoplastica, tensione nominale 0,6/1 kV, non propagante l'incendio conforme CEI 20-22 III unipolare, bipolare, tripolare, tetrapolare, pentapolare, sezione 1,5 mmq, sezione 2,5 mmq
- cavo flessibile H07-RN-F conforme CEI 20-19 isolato in gomma con sottoguaina in policloroprene. Unipolare, bipolare, tripolare, tetrapolare, pentapolare
- cavo flessibile FR20HH2R isolato in pvc di qualità R2 sotto guaina di pvc qualità RZ, conduttori a corda di rame, schermato con nastro di alluminio/poliestere e treccia di rame, per trasmissione energia e segnali: Sezione 0,75 mmq, tensione d'esercizio 300/300 V
- cavo flessibile FR20HH2R isolato in pvc di qualità R2 sotto guaina di pvc qualità RZ, conduttori a corda di rame, schermato con nastro di alluminio/poliestere e treccia di rame, per trasmissione energia e segnali: Sezione 1 mmq, tensione d'esercizio 300/500 V
- cavo flessibile FR20HH2R isolato in pvc di qualità R2 sotto guaina di pvc qualità RZ, conduttori a corda di rame, schermato con nastro di alluminio/poliestere e treccia di rame, per trasmissione energia e segnali: Sezione 1,5 mmq, sezione 2,5 mmq tensione d'esercizio 450/750 V
- cavo multipolare stagno non propagante l'incendio (IEC332), tensione nominale 300/500 V serie leggera, con guaina esterna in rame, isolante minerale all'ossido di magnesio, conduttori in rame a filo unico, conforme IEC 702, CEI 20-39/1, CEI 20-36, CEI 20-37
- cavo multipolare stagno non propagante l'incendio (IEC332), tensione nominale 300/500 V serie leggera, con guaina esterna in rame rivestita con guaina isolante a bassa emissione di fumi e gas tossici corrosivi, isolante minerale all'ossido di magnesio, conduttori in rame a filo unico, conforme IEC 702, CEI 20-39/1, CEI 20-36, CEI 20-37

- cavo multipolare stagno non propagante l'incendio (IEC332), tensione nominale 450/750 V serie pesante, con guaina esterna in rame, isolante minerale all'ossido di magnesio, conduttori in rame a filo unico, conforme IEC 702, CEI 20-39/1, CEI 20-36, CEI 20-37
- cavo multipolare stagno non propagante l'incendio (IEC332), tensione nominale 400/750 V serie pesante, con guaina esterna in rame rivestita con guaina isolante a bassa emissione di fumi e gas tossici corrosivi, isolante minerale all'ossido di magnesio, conduttori in rame a filo unico, conforme IEC 702, CEI 20-39/1, CEI 20-36, CEI 20-37
- cavo unipolare stagno non propagante l'incendio (IEC332), tensione nominale 450/750 V serie pesante adatto all'impiego in impianti antideflagranti CEI 64-2, con guaina esterna in rame, isolante minerale all'ossido di magnesio, conduttori in rame a filo unico, conforme IEC 702, CEI 20-39/1, CEI 20-36, CEI 20-37
- cavo unipolare stagno non propagante l'incendio (IEC332), tensione nominale 450/750 V serie pesante adatto all'impiego in impianti antideflagranti CEI 64-2, con guaina esterna in rame rivestita con guaina isolante a bassa emissione di fumi e gas tossici corrosivi, isolante minerale all'ossido di magnesio, conduttori in rame a filo unico, conforme IEC 702, CEI 20-39/1, CEI 20-36, CEI 20-37.

#### **106. CANALI PORTACAVI**

I canali portacavi devono presentare le seguenti caratteristiche:

- canale in lamiera zincata a caldo con processo Sendzimir, conforme UNI EN 10327, spessore del rivestimento protettivo non inferiore a 14 micron, lunghezza del singolo elemento 3,0 m, a fondo cieco o forato coperchio escluso
- canale in lamiera verniciata con resina epossidica, completo di coperchio, grado di protezione IP 40
- accessori per canali in lamiera verniciata con resina epossidica, completi di coperchio
- canale portacavi in pvc rigido, divisibile in scomparti, completo di coperchio
- canale in pvc rigido autoestinguento stabilizzato senza piombo, completo di coperchio e traverse reggicavo
- canale in pvc con fondo forato o chiuso, ad uso industriale
- canale triangolare, divisibile in scomparti, per installazione su postazioni di lavoro, completo di coperchio
- canale in pvc rigido da incasso sotto pavimento, completo di coperchio
- curve piane per canali in pvc, complete di coperchio
- angoli interni per canali in pvc, completi di coperchio
- terminali per canali in pvc, completi di coperchio

#### **107. PASSERELLA RETTILINEA**

Le passerelle rettilinee devono presentare le seguenti caratteristiche:

- passerella rettilinea a traversini, in lamiera zincata a caldo per immersione, conforme CEI 7.6, altezza 100 mm con passo del traversino 200 mm, spessore del rivestimento protettivo non inferiore a 14 micron
- passerella rettilinea reticolata, in tondini di acciaio saldati, maglia 50 x 100 mm, sagomabile senza utilizzo di pezzi speciali, in elementi di lunghezza L m ed altezza H mm
- coperchi per canali a fondo forato o cieco e per passerelle in lamiera zincata a caldo con processo Sendzimir, conforme UNI EN 10327, spessore del rivestimento protettivo non inferiore a 14 micron

#### **108. SCATOLE DI DERIVAZIONE**

Le scatole di derivazione e i loro accessori devono presentare le seguenti caratteristiche:

- scatole di derivazione in pvc per installazione sotto pavimento
- coperchio in acciaio inox
- piastra in acciaio inox, dimensioni 155 x 155 mm, per installazione di torrette o colonne
- coperchio in lega di alluminio per cassette 450 x 450 mm, altezza 25 mm per pavimento in marmo
- cornice in acciaio cromato per cassette
- torretta porta apparecchi a pavimento, in resina con resistenza all'urto pari a 6 Joule, predisposta per l'installazione di supporto a 3 posti per dispositivi civili componibili
- colonna porta apparecchi a pavimento, in alluminio anodizzato, predisposta per l'installazione di accessori e dispositivi componibili.

---

## **109. TUBI ELETTRICI IN PVC E ACCESSORI**

I tubi elettrici in pvc e i loro accessori devono presentare le seguenti caratteristiche:

- tubo isolante rigido in pvc autoestinguente, conforme CEI EN 50086, serie media
- tubi di protezione isolanti rigidi in pvc autoestinguente, CEI EN 50086. Serie media, per installazione a vista in impianti IP 40, fissato su supporti (almeno ogni 30 cm), accessori di collegamento e fissaggio inclusi
- tubi di protezione isolanti rigidi in pvc autoestinguente, CEI EN 50086. Serie media, per installazione a vista in impianti grado prot IP 65, fissato su sup (almeno ogni 30 cm), accessori di collegamento e fissaggio inclusi
- tubo isolante flessibile in pvc autoestinguente, conforme CEI EN 50086, serie media, per installazione incassata
- tubo isolante flessibile in pvc autoestinguente, conforme CEI EN 50086. Serie media
- tubo protettivo flessibile serie pesante in polipropilene autoestinguente e autorinvenente per edilizia prefabbricata, conforme CEI EN 50086
- cavidotto flessibile in polietilene a doppia parete per canalizzazioni interrate, corrugati esternamente con manicotto ad un'estremità, conforme CEI EN 50086
- manicotto di giunzione termoplastico, IP 40
- manicotto di giunzione in materiale termoplastico autoestinguente, grado di protezione IP 65
- curva a 90° con estremità a bicchiere, IP 40
- curva a 90° in materiale termoplastico autoestinguente, grado di protezione IP 65
- raccordo tubo/cassetta in polimero antiurto, IP 66
- guaina spiralata per impieghi in ambienti normali
- guaina spiralata per impieghi in ambienti a temperatura fino a 90 °C
- manicotto di giunzione in materiale termoplastico per tubi/guaine isolanti flessibili in pvc autoestinguente, IP 65

## **110. CASSETTE DI DERIVAZIONE**

Le cassette di derivazione e i loro accessori devono presentare le seguenti caratteristiche:

- cassetta di derivazione da incasso, in materiale plastico autoestinguente, completa di coperchio e viti di fissaggio
- cassetta di derivazione da parete, in materiale plastico autoestinguente, incluso coperchio e viti di fissaggio. Grado di protezione IP 44 o superiore, a media resistenza (75 °C), con passacavi
- cassetta di derivazione da parete, in materiale plastico autoestinguente, incluso coperchio e viti di fissaggio. Grado di protezione IP 56, a media resistenza (75 °C), pareti lisce
- cassetta di derivazione da parete, in materiale plastico autoestinguente, incluso coperchio e viti di fissaggio. Grado di protezione IP 56, ad alta resistenza (115 °C), pareti lisce
- cassetta di derivazione in lega leggera, grado di protezione IP 55, con 4 finestre, da parete vuota
- cassetta modulare in lega leggera senza finestre, grado di protezione IP 55
- coperchio in policarbonato ad alta resistenza.

## **111. FRUTTI DI DERIVAZIONE**

I frutti di derivazione devono presentare le seguenti caratteristiche:

- frutto di derivazione da 500 V con morsetti a sella
- frutto di derivazione da 380 V con morsetti a mantello
- frutto di derivazione con 4 morsetti da 6 mmq.

## **112. SBARRE**

Le sbarre e i loro accessori devono presentare le seguenti caratteristiche:

- minisbarra da 100 A, tripolare + neutro + terra con conduttori in rame elettrolitico, grado di protezione IP 40

- blindosbarra per impianti di illuminazione, con conduttori in rame elettrolitico, carcassa in lamiera utilizzata anche come conduttore di protezione, tensione d'esercizio 400 V, grado di protezione IP 55
- elemento per alimentazione di blindosbarra per impianti di illuminazione, tensione di esercizio 400 V, grado di protezione IP 55
- spine di derivazione per blindosbarra per impianti di illuminazione, tensione di esercizio 400 V, grado di protezione IP 55
- sbarra ventilata blindata, tripolare + neutro con conduttori in lega di alluminio, tipo compatta. 1000 A, 2000 A, 2500 A,
- sbarra blindata, tripolare + neutro con conduttori in rame elettrolitico, grado protezione IP 40
- sbarra blindata, tripolare + neutro con conduttori in lega di alluminio, grado protezione IP 40
- sbarra ventilata blindata tripolare + neutro con conduttori in lega di alluminio, tipo supercompatta. 1000 A, 1500 A, 2000 A, 2500 A, 3000 A
- sbarra ventilata blindata, tripolare + neutro con conduttori in rame elettrolitico, grado di protezione IP 42. 1000 A, 2000 A, 2500 A, 3000 A, 4000 A
- sbarra ventilata blindata tripolare + neutro con conduttori in rame elettrolitico, grado di protezione IP 55. 1000 A, 1500 A, 2000 A, 2500 A, 3000 A, 4000 A.

### **113. MORSETTI**

I morsetti devono presentare le seguenti caratteristiche:

- morsetto semplice con corpo in plastica ed inserto in metallo, collegamento a vite. Per barre DIN, a 2 collegamenti
- morsetto semplice con corpo in plastica ed inserto in metallo, collegamento a vite. Per cassette di derivazione, volante ad un collegamento
- morsetto semplice con corpo in plastica ed inserto in metallo, collegamento a vite. Per cassette di derivazione, con sistema di fissaggio a 3 collegamenti
- morsetto da terra a 1 punto di serraggio
- morsetto volante a 2 punti di serraggio, per cassette di derivazione
- morsetto per funzioni composte con sezionatore a coltello
- morsettiera di 12 morsetti, a vite con isolante in polipropilene
- morsetto volante in materiale termoplastico autoestinguente con inserto in acciaio nichelato con serraggio a pressione
- morsetto portafusibili in melamina
- morsetto di potenza con piede in plastica per cavo
- morsetto di potenza con piede in plastica per cavo, barra o capocorda
- morsetti di potenza con piede in plastica per barra o capocorda.

### **114. PRESE CEE**

Le prese CEE e i loro accessori devono presentare le seguenti caratteristiche:

- presa CEE da quadro diritta, con frutto semi-incassato e coperchietto di protezione, custodia in tecnopolimero autoestinguente. Resistenza al "filo incandescente" 850 °C, grado di protezione frontale IP 44 per 16 ÷ 32 A; IP 67 per 63 ÷ 125 A
- presa CEE da quadro diritta, con frutto semi-incassato e coperchietto di protezione, custodia in tecnopolimero autoestinguente. Resistenza al "filo incandescente" 650 °C, grado di protezione frontale IP 44
- presa CEE da quadro inclinata, con frutto semi-incassato e coperchietto di protezione, custodia in tecnopolimero autoestinguente. Resistenza al "filo incandescente" 850 °C, 650 °C, grado di protezione frontale IP 44 per 16 ÷ 32 A, IP 67 per 63 ÷ 125 A
- presa CEE da parete, con corpo frutto e coperchietto di protezione, custodia in tecnopolimero resistenza al "filo incandescente" 850 °C, grado di protezione IP 44 per 63 ÷ 125 A; IP 67 per 63 ÷ 125 A.
- presa CEE da quadro inclinata, con interruttore di blocco, frutto semi-incassato, coperchietto di protezione a ghiera, custodia in tecnopolimero autoestinguente. Resistenza al "filo incandescente" 850 °C, grado di protezione frontale IP 55

- presa CEE da quadro inclinata, con interruttore di blocco, frutto semi-incassato, coperchietto di protezione a ghiera, custodia in tecnopolimero autoestinguente. Resistenza al "filo incandescente" 650 °C, grado di protezione frontale IP 44
- presa CEE da parete con interruttore di blocco e fusibili. Custodia modulare in lega di alluminio, resistenza al "filo incandescente" 960 °C, grado di protezione IP 65 per 16 ÷ 32 A; IP 55 per 63 ÷ 125 A
- presa CEE da parete con interruttore di blocco e fusibili. Custodia modulare in tecnopolimero resistenza al "filo incandescente" 850 °C, grado di protezione IP 65
- presa CEE da parete con interruttore di blocco e fusibili. Custodia modulare in tecnopolimero autoestinguente resistenza al "filo incandescente" 650 °C, grado di protezione IP 65
- presa CEE da parete, con interruttore magnetotermico e blocco meccanico in contenitore modulare isolante termoindurente resistenza al "filo incandescente" 960 °C, grado di protezione IP 65
- presa CEE mobile con corpo, frutto e coperchietto a ghiera, con custodia in tecnopolimero autoestinguente resistenza al "filo incandescente" 850 °C, grado di protezione IP 67
- presa CEE con trasformatore di sicurezza, in contenitore modulare
- scatole da parete in tecnopolimero, per inserimento delle prese da incasso del tipo con custodia in tecnopolimero resistenza al "filo incandescente" 650 °C, grado di protezione IP 44 per 16 ÷ 32 A; IP 67 per 63 A
- scatole da parete in tecnopolimero, per inserimento delle prese da incasso con interruttore di blocco.

#### **115. SPINE CEE**

Le spine CEE devono presentare le seguenti caratteristiche:

- spina CEE in tecnopolimero autoestinguente dritta, resistenza al "filo incandescente" 850 °C. Senza ghiera di bloccaggio, grado di protezione IP 44
- spina CEE in tecnopolimero autoestinguente dritta, resistenza al "filo incandescente" 850 °C. Con ghiera di bloccaggio, grado di protezione IP 67
- spina CEE fissa da quadro in tecnopolimero autoestinguente, resistenza al "filo incandescente" 850 °C. Senza ghiera di bloccaggio, grado di protezione IP 44
- spina CEE fissa da quadro in tecnopolimero autoestinguente, resistenza al "filo incandescente" 850 °C. Con ghiera di bloccaggio e tappo inclinata, grado di protezione IP 67
- spina CEE fissa da quadro in tecnopolimero autoestinguente, resistenza al "filo incandescente" 850 °C. Con ghiera e tappo dritta, grado di protezione IP 67
- di spina CEE fissa da parete, in tecnopolimero autoestinguente resistenza al "filo incandescente" 850 °C
- spina CEE mobile a squadra, in tecnopolimero autoestinguente resistenza al "filo incandescente" 850 °C, grado di protezione IP 67. Con ghiera di bloccaggio, grado di protezione IP 67
- spina CEE mobile a squadra, in tecnopolimero autoestinguente resistenza al "filo incandescente" 850 °C, grado di protezione IP 67. Senza ghiera di bloccaggio, grado di protezione IP 54.

#### **116. CONTROLLORI PROGRAMMABILI**

I controllori programmabili devono presentare le seguenti caratteristiche tecniche:

- controllore programmabile, in contenitore modulare per barra DIN, conforme alle norme CEI EN 61131-2 software per la programmazione in linguaggio a contatti, strutturale, grafet e a lista d'istruzioni, RAM per programma di massimo 1000 istruzioni, presa terminale Uni-Telway, porta seriale RS485, orodatario integrato, alimentazione 230 V c.a., batteria per il mantenimento della memoria RAM
- controllore programmabile, in contenitore modulare per barra DIN, conforme alle norme CEI EN 61131-2 software per PC per la programmazione in linguaggio a contatti, strutturale, grafet e a lista d'istruzioni; memoria PCMC, presa terminale Uni-Telway, porta seriale, alimentazione 230 V c.a., batteria per il mantenimento della memoria RAM.

#### **117. TRASFORMATORI DI ISOLAMENTO**

I trasformatori di isolamento devono presentare le seguenti caratteristiche tecniche:

- trasformatore monofase di sicurezza, primario 230 V o 380 V - secondario 12 V in alternativa 24 V, frequenza 50-60 Hz, impregnati con vernice isolante, classe di isolamento F, classe di protezione I, esecuzione a giorno, primario e secondario avvolti su supporti separati da doppio isolamento rinforzato, potenze fino a 3000 VA, conformi CEI 96-2 EN 60742, CEI 96-3 EN 61558-1
- trasformatore monofase di separazione, tensione di lavoro primaria e secondaria massima 500 V, frequenza 50-60 Hz, impregnati con vernice isolante, classe di isolamento F, classe di protezione I, esecuzione a giorno, primario e secondario avvolti su supporti separati da doppio isolamento rinforzato, potenze fino a 1000 VA, conformi CEI 96-1 CEI 96-4 EN 61558-1
- trasformatore monofase di potenza a secco, tensione di lavoro primaria e secondaria massima 500 V, frequenza 50-60 Hz, impregnati con vernice isolante, classe di isolamento F, classe di protezione I, esecuzione a giorno, primario e secondario avvolti su supporti separati e isolati, potenze fino a 20 kVA, tensione di prova di isolamento 3 kV, conformi CEI 14-8
- trasformatore monofase di isolamento, primario 230 V o 380 V - secondario 110 V (55-0-55 V) in alternativa 230 V, impregnati con vernice isolante, classe di isolamento F, classe di protezione I, esecuzione a giorno, primario e secondario avvolti su supporti separati e isolati da doppio isolamento rinforzato, potenze fino a 2000 VA, conformi CEI 96-2, CEI 96-3, CEI 96-8.

#### **118. SCARICATORI DI CORRENTE DA FULMINE**

Gli scaricatori di corrente da fulmine devono presentare le seguenti caratteristiche tecniche:

- scaricatore di corrente da fulmine, classe I secondo CEI 81.8, spinterometro autoestinguente incorporato, tensione di esercizio 255 V-50/60 Hz, resistenza di isolamento > 1000 M Ohm, livello di protezione 3.5 kV, involucro in tecnopolimero tipo modulare per montaggio su guida DIN
- scaricatore unipolare di corrente da fulmine, classe I secondo CEI 81.8, spinterometro autoestinguente incorporato, tensione di esercizio 255 V-50/60 Hz, resistenza di isolamento > 1000 M Ohm, prova corrente da fulmine (10/350 micron sec) 25 kA, livello di protezione 4 kV, involucro in tecnopolimero, montaggio su zoccolo portafusibile a coltello
- scaricatore unipolare di corrente da fulmine, classe I secondo CEI 81.8, doppio spinterometro autoestinguente incorporato, resistenza di isolamento > 1000 M Ohm, prova corrente da fulmine (10/350 micron sec) 75 kA, livello di protezione 3,5 kV, involucro in tecnopolimero tipo modulare per montaggio su guida DIN
- scaricatore di sovratensione combinato, classe I secondo CEI 81.8, spinterometro autoestinguente in parallelo con circuiti per la limitazione ed estinzione delle correnti di rete, corrente impulsiva da fulmine (10/350 micron /sec) 100 kA, livello di protezione 2,5 kV, tensione di esercizio 255 V-50 Hz, tempo di intervento < 100 ns, indicatore di presenza rete, involucro in tecnopolimero tipo modulare per montaggio su guida DIN.

#### **119. QUADRI ELETTRICI PER IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO**

Il quadro elettrico standard di comando delle elettropompe dovrà essere preventivamente accettato da AIMAG.

Il basamento per l'alloggiamento degli armadi per i quadri elettrici avrà le seguenti caratteristiche:

- dovrà essere realizzato in calcestruzzo armato a faccia vista, opportunamente vibrato, con gli smussi agli spigoli, lisciatura superficiale e livellatura per evitare ristagni d'acqua;
- al livello del terreno sarà realizzato una pedana in CLS dalla parte di accesso ai quadri;
- dovrà essere più largo di 10 cm rispetto agli armadi che vi saranno collocati sopra;
- dovrà avere un'altezza dal livello del terreno di 35 cm;
- dovrà essere collegato al pozzo del sollevamento tramite tubazioni flessibili ad interno liscio;
- prima della sua realizzazione è necessario prevedere l'inserimento delle tubazioni per i passaggi dei cavi elettrici sia provenienti dal pozzo che dai pozzetti di alimentazione dei servizi di rete (ENEL, TELECOM) che fra un quadro e l'altro;
- l'arrivo delle tubazioni ai piedi dei quadri dovrà avere una disposizione tale da consentire agli eventuali cavi al servizio delle apparecchiature installate in un vano di sopralzo, di non attraversare le apparecchiature del vano sottostante;
- le tubazioni dei collegamenti elettrici alle apparecchiature (pompe) ed alle forniture tecnologiche, dovranno essere attestate in un pozzetto dedicato al piede del basamento dei quadri ed opportunamente sigillate per evitare l'entrata dei vapori nei quadri elettrici;

- per il vano ENEL il tubo di arrivo della linea sarà a sinistra ed il tubo di uscita sarà a destra rispetto il fronte del quadro medesimo;
- i quadri saranno fissati al basamento tramite gli appositi telai in acciaio zincato a caldo;
- i telai saranno preventivamente inseriti nel basamento durante il getto.

## 120. ARMADI PER IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO

Gli armadi stradali per l'alloggiamento delle apparecchiature elettriche saranno in SMC (vetroresina) e derivati da composizione di vari quadri con medesime caratteristiche. Il grado di protezione dei quadri elettrici dovrà essere idoneo all'ambiente nel quale verrà installato, e comunque non dovrà essere inferiore a IP44.

I quadri avranno le ante incernierate complete di serratura con chiave di sicurezza cifrata 21. L'apertura delle porte sarà tale da non creare impedimento all'accesso delle apparecchiature interne.

La piastra di fondo sarà in BAKELITE.

La configurazione degli armadi si potrà sviluppare in tre colonne con diversi vani:

Una prima colonna "A" comprenderà il vano di contenimento delle apparecchiature di comando e potenza che sarà realizzata con dimensioni non inferiori a mm L780 x H1375 x P375. Questo armadio sarà completo delle 4 bocchette di areazione (tipo conchiglia EA/BAF/140 097431142).

Una seconda colonna "B", che sarà realizzata di dimensioni adatte per contenere le eventuali apparecchiature supplementari (rifasamento, telecomunicazione, gruppo di continuità, ecc.).

Una terza colonna "C" per l'alloggiamento delle apparecchiature di misura della fornitura di energia ENEL. Quest'ultima colonna sarà installata il più possibile vicino alla colonna contenente il quadro di comando. L'installazione e la fornitura sarà concordata con l'ENEL.

Tutti i quadri sono forniti completi di telaio di ancoraggio in acciaio zincato a caldo e con tutte le viterie in acciaio inox.

La configurazione finale dovrà essere verificata in base alle necessità delle apparecchiature che dovranno essere installate all'interno dei quadri.

## 121. MESSA A TERRA PER IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO

Realizzato con anello in corda di rame attorno al sollevamento di sez. minima 35 mm<sup>2</sup>, e dispersori di terra in acciaio zincato, con raccordo di tutte le parti metalliche all'anello di terra.

Le paline di terra devono essere infisse all'interno di pozzetti dedicati comunicanti col quadro elettrico, con il pozzetto dei cavi pompe e al pozzo del sollevamento tramite tubo dedicato. Nel caso venga effettuato il collegamento equipotenziale fra le paline in corda nuda e direttamente interrata, i pozzetti delle paline dovranno essere comunque collegati fra loro tramite un tubo. Le paline di terra non possono essere inferiori a due per impianto possibilmente contrapposte.

L'impianto di messa a terra dovrà tener conto delle disposizioni specifiche dettate dalle norme CEI 11-8 Fascicolo n. 176 e 64-8 Fascicoli 668 e 1000, D.P.R. 547 per i campi di pertinenza rispettivi.

Dovrà essere prevista la messa a terra di tutte le apparecchiature elettriche per le quali sia prevista la relativa presa, di tutte le strutture o parti metalliche che in qualche modo possano venire in contatto con le parti in tensione (masse).

Il conduttore di messa a terra dovrà essere chiaramente distinguibile dalla colorazione CEI-UNEL dagli altri cavi e conduttori.

I collegamenti delle apparecchiature e delle strutture metalliche verranno raccordati all'anello conduttore di terra che comprenderà i dispersori di terra individuabili attraverso cartelli indicatori e collegati in anello di corda di rame interconnesso con i ferri di fondazione delle strutture in cemento armato.

I dispersori potranno essere costituiti da:

- tondi, profilati, tubi, nastri, corde, piastre;
- conduttori posti nello scavo di fondazione, ferri di armatura nel calcestruzzo di fondazione.

Per i dispersori è conveniente l'impiego di rame, acciaio rivestito di rame, materiali ferrosi zincati.

Le dimensioni trasversali devono essere conformi alla tabella seguente:

	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
--	----------	----------	----------	----------	----------

	Tipi di elettrodo	Dimensioni minime	Acciaio zincato* a caldo Norme CEI 7-6	Acciaio rivestito di rame**	Rame
<b>Per posa nel terreno</b>	Nastro	Spessore (mm) Sezione (mm <sup>2</sup> )	3 100		3 50
	Tondino conduttore massiccio	Sezione (mm <sup>2</sup> )	50		35
	Conduttore cordato	∅ ciascun filo (mm) Sezione corda (mm <sup>2</sup> )	1,8 50		1,8 35
	Picchetto tubo**	a ∅ esterno (mm) Spessore (mm)	40 2,5		30 3
<b>Per infissione</b>	Picchetto massiccio**	∅ (mm)	20		15
	Picchetto profilato	in Spessore (mm) Dimensione trasversale (mm <sup>2</sup> )	5 50		5 50
	* Anche acciaio non zincato, purchè con dimensioni lineari del 50% e con sezione minima 100 mm <sup>2</sup>				
** Dimensioni allo studio					

Le giunzioni dei vari elementi del dispersore e con il conduttore di terre devono essere eseguite con saldatura forte o autogena o con robusti morsetti o manicotti che assicurino un contatto equivalente a quello della saldatura; le giunzioni devono essere protette contro le corrosioni. I morsetti ed i bulloni possono essere di acciaio zincato a caldo, rame indurito o acciaio inox; anche le saldature di materiali ferrosi devono essere verniciate quando non siano annegate nel calcestruzzo.

L'eventuale anello dispersore deve essere interrato ad una profondità  $\geq 0,5$  m.

L'eventuale dispersore a picchetto deve avere una lunghezza  $\geq 2$  m e deve essere infisso ai quattro angoli del fabbricato oppure alla distanza di circa 12 m l'uno dall'altro.

Il dispersore deve garantire una resistenza  $\leq 20$  ohm.

I conduttori di terra possono essere costituiti da:

- fili, corde, piattine, tubi e simili;
  - è ammesso l'uso di elementi strutturali metallici purchè rispondenti alle Norme e, comunque inamovibili.
- La sezione dei conduttori di terra deve essere calcolata non inferiore a:
- (con protezione contro la corrosione ma non meccanica): 16 mm<sup>2</sup> in rame o ferro
  - (senza protezione contro la corrosione): 25 mm<sup>2</sup> in rame/50 mm<sup>2</sup> in ferro.

Il collettore (o nodo) principale di terra deve essere costituito da un morsetto o una barra.

Il conduttore di terra deve essere provvisto di dispositivo di apertura in posizione accessibile, manovrabile solo con attrezzo.

La sezione minima dei conduttori di protezione può essere scelta secondo quanto di seguito indicato solo se il conduttore di protezione è costituito dello stesso materiale del conduttore di fase:

(per calcolo particolare vedere Norme CEI 64-8 art. 9.6.01. punto a)

$S \leq 16$  Sp=S

$S > 16 \leq 35$  Sp=16

$S > 35$  Sp=S:2

S = Sezione dei conduttori di fase dell'impianto (mm<sup>2</sup>)

Sp = Sezione minima del corrispondente conduttore di protezione (mm<sup>2</sup>).

Quando il conduttore di protezione non fa parte della stessa conduttura dei conduttori di fase, la sua sezione non deve essere inferiore a:

- con protezione meccanica 2,5 mm<sup>2</sup>
- senza protezione meccanica 4 mm<sup>2</sup>

I conduttori di protezione possono essere costituiti da:

- anime di cavi multipolari;
- cavi nudi o cavi unipolari che fanno parte della stessa condotta dei conduttori attivi;
- cavi nudi o cavi unipolari che non fanno parte della stessa condotta dei conduttori attivi;
- involucro metallici di apparecchiature costruite in fabbrica, quando sia assicurata la protezione contro il danneggiamento meccanico, chimico ed elettrochimico; sia assicurata una conduttanza almeno pari a quella risultante per il relativo conduttore di protezione; sia possibile effettuare connessioni nei punti predisposti per le derivazioni;
- rivestimenti metallici e armature di cavi, tubi protettivi e canalette, quando sia assicurata la protezione contro il danneggiamento meccanico, chimico ed elettrochimico; sia assicurata una conduttanza almeno pari a quella risultante per il relativo conduttore di protezione;
- masse estranee di adeguate caratteristiche, purchè sia assicurata la continuità elettrica e garantita la protezione meccanica, chimica ed elettrochimica; la conduttanza sia almeno uguale a quella del conduttore di protezione corrispondente; gli elementi non possano essere rimossi e siano stati previsti per l'impiego come conduttore di protezione. Le masse estranee non devono essere usate per le funzioni combinate di conduttore di neutro e di conduttore di protezione (cond. PEN).

Si ricorda la sezione minima dei conduttori per collegamento a terra secondo D.P.R. 547:

- sezione adeguata alla intensità di corrente verso terra con un minimo di 16 mm<sup>2</sup> in rame e 50 mm<sup>2</sup> in ferro o acciaio zincato;
- per tratti visibili sezione  $\geq$  alla sezione dei conduttori di fase con un minimo di 5 mm<sup>2</sup> in rame.

## **122. SOSTEGNI**

I sostegni delle lampade e delle linee aeree dovranno essere posti a perfetta regola d'arte: dovranno essere particolarmente curati il perfetto allineamento nel senso orizzontale e la perfetta posa in opera verticale, tale da far sì che la sommità di ogni sostegno venga a trovarsi all'altezza prefissata.

Ogni sostegno avrà una piccola feritoia onde consentire il passaggio dei cavi elettrici.

La cavità interna dei sostegni, attraverso la sopraccitata feritoia ed il blocco di fondazione, sarà collegata con il pozzetto di derivazione, con un tubo in PVC del tipo pesante e di adeguato diametro; detto tubo verrà protetto con calcestruzzo fra le fondazioni e il pozzetto che avrà coperchio in ghisa e dovrà essere visibile ed accessibile.

I sostegni verranno infissi nel blocco di fondazione per una profondità di 80 cm; il fissaggio verrà eseguito con sabbia bagnata e costipata nella parte inferiore, con anello di bloccaggio superiore in malta di cemento sporgente fino a 20 cm.

## **123. TUBAZIONI PER LINEE ELETTRICHE E CAVI**

Tutti gli impianti saranno eseguiti in cavi unipolari interrati; solo su esplicita richiesta della D.L. si potrà procedere alla esecuzione di linee elettriche aeree. La sezione dei cavi unipolari non deve di norma essere superiore a 16 mm<sup>2</sup> e solo eccezionalmente, dopo accettazione della D.L., potranno essere impiegati conduttori con sezioni superiori.

La sezione minima da impiegare è 2,5 mm<sup>2</sup>: questa sezione potrà essere impiegata eccezionalmente previa autorizzazione della D.L. per derivazione in cavo aereo a gruppi di poche lampade e senza previsione di ampliamento.

Il neutro dovrà essere della stessa sezione delle fasi fatta eccezione per le linee trifasi da 25 mm<sup>2</sup> per le quali il neutro sarà di 16 mm<sup>2</sup>.

Nel caso di grossi impianti le linee dorsali e le derivazioni principali dovranno essere sempre trifasi, le derivazioni potranno essere previste monofasi quando la sezione non superiore a 6,3 mm<sup>2</sup> non provochi una caduta di tensione superiore al 5% e sempre che sia possibile lasciare equilibrato il carico sulle tre fasi.

I cavi elettrici dovranno essere del tipo utilizzato per i sistemi di prima categoria per immersione in acqua, con temperature di esercizio dei conduttori fino a 70 °C. I cavi devono essere del tipo a norme CEI designato 07 per tensione nominale verso terra e tensione nominale (U0/U) non inferiori a 450/750 V. I conduttori impiegati devono essere contraddistinti dalle colorazioni previste dalle vigenti tabelle di unificazione CEI-UNEL. Le sezioni dei conduttori devono essere calcolate in funzione della potenza impegnata e della lunghezza dei circuiti affinché la caduta di tensione in esercizio non superi il valore del 4% della tensione a vuoto: la sezione utilizzata deve essere scelta tra quelle unificate. La guaina esterna di protezione deve essere resistente all'immersione in acqua ed in grado di sopportare tutti gli stress termici e meccanici d'uso. La giunzione dei cavi elettrici ai cavi di alimentazione del motore viene compensata con il prezzo del cavo elettrico stesso. Detta giunzione deve essere realizzata mediante accoppiamento dei singoli conduttori con tubetto metallico a crimpare, successivo ripristino

dell'isolamento con guaine termorestringente e vulcanizzazione esterna finale in gomma. I cavi di collegamento della strumentazione dovranno essere mantenuti separati dai cavi di energia ed inseriti in tubazioni e/o canaline loro riservate.

Non sono ammesse giunzioni all'interno di cunicoli, canaline, pozzetti. Eventuali deroghe devono essere espressamente autorizzate dalla D.L. Le misure riportate nel computo metrico sono indicative; l'appaltatore deve verificare il reale sviluppo dei vari cavi.

Inoltre dovranno essere posti in opera, previa regolarizzazione del piano di scavo, ad una profondità non inferiore a 60 cm dal piano stradale entro uno o più tubi di termoplastica di sezione adeguata.

Le tubazioni saranno protette da un bauletto in calcestruzzo e le giunzioni fra i tubi e il collegamento dei tubi con i pozzetti saranno caratterizzate da adeguate sigillature.

Le derivazioni dovranno avvenire in appositi pozzetti con coperchio in ghisa: i pozzetti dovranno essere accessibili e visibili in modo da consentire la facile introduzione dei conduttori.

In tutti gli impianti dovrà essere possibile il facile sfilamento e reinfilamento dei conduttori stessi.

Le congiunzioni e le derivazioni verranno eseguite solo con morsetti isolanti autovulcanizzati negli appositi pozzetti di derivazione.

In corrispondenza di derivazioni, di morsetti, delle apparecchiature di comando, le fasi e il neutro dovranno essere contrassegnati in modo da renderne riconoscibile la fase.

#### **124. ACCETTAZIONE DEGLI IMPIANTI**

Tutti gli impianti presenti nell'appalto da realizzare e la loro messa in opera completa di ogni categoria o tipo di lavoro necessari alla perfetta installazione, saranno eseguiti nella totale osservanza delle prescrizioni progettuali e delle eventuali integrazioni migliorative richieste dagli Enti preposti all'approvazione, delle disposizioni impartite dalla direzione lavori, delle specifiche del presente capitolato o degli altri atti contrattuali, delle leggi, norme e regolamenti vigenti in materia. Si richiamano espressamente tutte le prescrizioni, a riguardo, presenti nel Capitolato Generale, le norme U.N.I., C.N.R., C.E.I., PTB, BAM e DVGW e tutta la normativa specifica relativa all'argomento ed agli impianti previsti.

I disegni esecutivi riguardanti ogni tipo di impianto dovranno essere consegnati alla direzione lavori almeno 10 giorni prima dell'inizio lavori relativi agli impianti indicati ed andranno corredati da relazioni tecnico-descrittive contenenti tutte le informazioni necessarie per un completo esame dei dati progettuali e delle caratteristiche sia delle singole parti che dell'impianto nel suo insieme.

L'Appaltatore è tenuto a presentare, contestualmente ai disegni esecutivi ed agli elaborati richiamati dal presente Capitolato Speciale, un'adeguata campionatura delle parti costituenti l'impianto nei tipi di installazione richiesti ed una serie di certificati comprovanti origine e qualità dei materiali impiegati.

Tutte le forniture relative agli impianti non accettate ai sensi del precedente articolo, ad insindacabile giudizio della direzione lavori, dovranno essere immediatamente allontanate dal cantiere, a cura e spese dell'Appaltatore, e sostituite con altre rispondenti ai requisiti richiesti.

L'Appaltatore resta, comunque, totalmente responsabile di tutte le forniture degli impianti, o parti di essi, la cui accettazione effettuata dalla direzione lavori non pregiudica i diritti che il Committente si riserva di avanzare in sede di collaudo finale o nei tempi previsti dalle garanzie fornite per l'opera e le sue parti.

Durante l'esecuzione dei lavori di preparazione, di installazione, di finitura degli impianti e delle opere murarie relative, l'Appaltatore dovrà osservare tutte le prescrizioni della normativa vigente in materia antinfortunistica oltre alle suddette specifiche progettuali o del presente capitolato, restando fissato che eventuali discordanze, danni causati direttamente od indirettamente, imperfezioni riscontrate durante l'installazione od il collaudo, ed ogni altra anomalia segnalata dalla direzione lavori, dovranno essere prontamente riparate a totale carico e spese dell'Appaltatore.

#### **125. COLLOCAMENTO IN OPERA**

Il collocamento in opera di qualsiasi manufatto, materiale od apparecchio consisterà, in genere, nel suo trasporto in sito, intendendosi con ciò il trasporto in piano o in pendenza ed il sollevamento e tiro in alto o in basso, il tutto eseguito con qualsiasi sussidio o mezzo meccanico, opera provvisoria, ecc., nonché il collocamento nel luogo di destinazione, a qualsiasi altezza o profondità ed in qualunque posizione, e tutte le opere conseguenti di taglio di strutture, fissaggio, adattamento, stuccature e ripristino.

Il collocamento in opera dovrà eseguirsi con tutte le cure e cautele del caso e il manufatto, materiale od apparecchio dovrà essere convenientemente protetto, se necessario, anche dopo collocato, essendo esso

---

Appaltatore unico responsabile dei danni di qualsiasi genere che potessero essere eventualmente arrecati alle cose poste in opera, anche dal solo traffico degli operai, durante e dopo la esecuzione dei lavori e fino alla consegna.

Tanto durante la loro giacenza in cantiere, quanto durante il trasporto, sollevamento e collocamento in sito di dette opere, l'Appaltatore dovrà curare che esse non abbiano a subire alcun guasto o lordura, proteggendole convenientemente dagli urti, dalla calce, ecc. con stuoie, coperture, paraspigoli di fortuna, ecc.

Nelle zone ove potrebbero verificarsi danni causati da animali domestici o selvatici oppure dal transito di persone o automezzi, l'Appaltatore dovrà proteggere, singolarmente o in gruppi, le piante messe a dimora con opportuni ripari (es. reti, protezioni in ferro o in legno, griglie) o sostanze repellenti precedentemente concordati ed approvati dalla Direzione Lavori.

Se previsto dal progetto, alcuni tipi di piante (tappezzanti, piccoli arbusti ecc.) dovranno essere protette dai danni della pioggia battente, della essiccazione dello sviluppo di erbe infestanti per mezzo di pacciame od altro analogo materiale precedentemente approvato dalla Direzione Lavori.