



## Realizzazione nuovo ponte sul torrente Palobbia

Committente  
COMUNE DI CETO (BS)

Via Marconi, 8 - 25040 Ceto (BS)  
Tel. 0364/434018 - Fax. 0364/434418

Progettazione architettonica, tecnologica e  
coordinamento  
ing. MATTEO BRASCA, ing. OSCAR LUIGI PAGANI

**AIACE**  
SOCIETÀ DI INGEGNERIA

In collaborazione con:  
Marco Cucuzza, Zaira Raffaini

AIACE srl Società di ingegneria  
Via Ilarione Rancati 29, I-20127 Milano MI  
matteo.brasca@aiace-srl.it - tel. +39 0258313453

Progettazione strutture  
ing. CLAUDIO BERTAGNOLLI

**hzb** holzner. bertagnolli  
engineering

Gruppo di lavoro:  
ing. Marco Righi, ing. Lorenzo Azzarello

Holzner & Bertagnolli Engineering GmbH/Srl  
Office Lana, I - 39011 Lana (BZ)  
info@h-b.it - tel. +39 0473 56 15 26

Progettazione architettonica, computi  
metrici, capitolati

**DEBIASIOPROGETTI**  
INGEGNERIA & ARCHITETTURA

ing. Tito De Biasio, arch. Alberto De Biasio, arch. Claudio Palazzo,  
per. ind. min. Ovidio De Biasio

DEBIASIOPROGETTI s.r.l.  
via Sottocastello 2/b, 32100 Belluno, IT  
info@debiasioprogetti.it - tel. +39 0437.942233 - fax +39 0437.956112

Indagini geologiche  
dott. geol. MASSIMO MARELLA

via Formiche 3, 25036 Palazzolo S/O (BS), IT  
geologomarella@gmail.com - tel +39 3486915165

Giovane progettista per la progettazione architettonica  
ing. GAIA LAURA BRASCA

via Principato 2A, 20871 Vimercate (MB), IT  
gaiabrasca@gmail.com - tel +39 3280240715

FASE DI PROGETTO:

ESECUTIVO

OGGETTO:

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO  
2^ PARTE NORME TECNICHE

PE  
010

DATA: 22/06/2018

SCALA: -

DISEGNATO: PBa

COMMESSA: 3282

NOME FILE : PE Tabelline.dwg - layout Model

REVISIONE	NOTA	DATA
REV 01		
REV 02		
REV 03		

## SOMMARIO

### 2^ PARTE CAPITOLO 1° : NORMATIVE TECNICHE

<b>A - PREMESSE.....</b>	<b>7</b>
Art. 0 GENERALITA' .....	7
<b>B - LAVORAZIONI E PRESCRIZIONI IN GENERALE .....</b>	<b>9</b>
<b>B.1 - QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI.....</b>	<b>9</b>
Art. 1 QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI .....	9
Art. 2 ACCETTAZIONE ED IMPIEGO DEI MATERIALI .....	20
<b>B.2 – MODO DI ESECUZIONE DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO .....</b>	<b>21</b>
Art. 3 TRACCIAMENTI .....	21
Art. 4 SCAVI E RILEVATI IN GENERE .....	21
Art. 5 RILEVATI E RINTERRI ADDOSSATI ALLE MURATURE E RIEMPIMENTI CON PIETrame .....	25
Art. 6 SCAVI DI SBANCAMENTO .....	25
Art.7 SCAVI DI FONDAZIONE .....	26
Art. 8 PRECAUZIONI PER L'USO DELLE MINE .....	27
Art. 9 MALTE E CONGLOMERATI .....	27
Art. 10 MURATURA DI PIETrame CON MALTA .....	28
Art. 11 PARAMENTI PER LE MURATURE DI PIETrame .....	29
Art. 12 MURATURA DI MATTONI.....	30
Art. 13 MURATURE MISTE .....	30
Art. 14 MURATURE IN PIETRA DA TAGLIO .....	30
Art. 15 MURATURE DI GETTO O CALCESTRUZZO .....	31
Art. 16 OPERE IN CEMENTO ARMATO E C.A.P. ....	32
STRUTTURE PREFABBRICATE DI CALCESTRUZZO ARMATO E PRECOMPRESSO .....	34
<b>B.3 - NORME DA ADOTTARE NELL'ESECUZIONE DEI LAVORI .....</b>	<b>36</b>
Art. 17 LAVORI EVENTUALI NON PREVISTI.....	36
Art.18 ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI .....	36
Art. 19 INDICAZIONE DEI LAVORI.....	36
Art. 20 RIPRISTINI DI STRADE .....	37
<b>B.4 - NORME GENERALI PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DELLE OPERE.....</b>	<b>38</b>
Art. 21 NORME GENERALI.....	38
<b>B.5 - NORME PARTICOLARI PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DELLE OPERE .....</b>	<b>39</b>
Art. 22 MURATURE E CONGLOMERATI.....	39
Art. 23 MANUFATTI IN FERRO – PARAPETTI IN FERRO TUBOLARE.....	40
<b>C - OPERE STRADALI .....</b>	<b>41</b>
<b>C.1 – FORMAZIONE DEL CORPO STRADALE E PAVIMENTAZIONI .....</b>	<b>41</b>
Art. 100 CARREGGIATA – PREPARAZIONE DEL SOTTOFONDO .....	41
Art. 101 COSTIPAZIONE DEL TERRENO IN SITO .....	41
Art. 102 FONDAZIONE STRADALE IN TOUT-VENANT ALLUVIONALE O DI CAVA .....	42
Art. 103 RIVESTIMENTO E CIGLIATURE CON ZOLLE E SEMINAGIONI .....	42
Art. 104 FONDAZIONE STRADALE IN GHIAIA O PIETRISCO DI SABBIA .....	42
Art. 105 MASSICCIATE.....	43
Art. 106 CILINDRATURA .....	43
Art. 107 TRATTAMENTI SUPERFICIALI .....	44
Art. 108 PAVIMENTAZIONE IN CONGLOMERATO BITUMINOSO .....	44
<b>C.2 – LAVORAZIONI DIVERSE .....</b>	<b>47</b>
Art. 109 INDICATORI CHILOMETRICI E BARRIERE IN CEMENTO ARMATO ED IN ACCIAIO .....	47
Art. 110 SEGNALETICA.....	47
Art. 111 SEMINAGIONE E PIANTAGIONI .....	47
Art. 112 CANALETTE DI SCARICO DI ACQUA PIOVANA .....	48

<b>C.3 – CLAUSOLA PARTICOLARE .....</b>	<b>49</b>
Art. 113 CLAUSOLE PARTICOLARI PER I MATERIALI DI RISULTA E CAVE DI PRESTITO .....	49
<b>C.4 - NORME PARTICOLARI PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DELLE OPERE .....</b>	<b>50</b>
Art. 114 MOVIMENTO DI MATERIE PER LA FORMAZIONE DEL CORPO STRADALE E OPERE ANNESSE .....	50
Art. 115 MANUFATTI IN FERRO – PARAPETTI IN FERRO TUBOLARE.....	51
Art. 116 BARRIERE DI PROTEZIONE.....	52
Art. 117 SOTTOFONDI E MASSICCIATE STRADALI .....	52
Art. 118 PAVIMENTAZIONI IN CEMENTO E IN PORFIDO .....	52
Art. 119 TRATTAMENTI SUPERFICIALI E PAVIMENTAZIONI .....	52
Art. 120 TUBI DI CALCESTRUZZO E METALLICI .....	53
Art. 121 CIGLI, CUNETTE E CORDONATE.....	53
Art. 122 CANALETTE PREFABBRICATE PER SCARICO ACQUE PIOVANE.....	53
Art. 123 RIPRISTINI DI STRADE .....	53
<b>D - OPERE FOGNARIE .....</b>	<b>54</b>
<b>D.1 – SCAVI E RITOMBAMENTI DI CONDOTTI.....</b>	<b>54</b>
Art. 200 SCAVI PER CONDOTTI E MANUFATTI DI FOGNATURE E RITOMBAMENTI .....	54
<b>D.2 – CONDOTTE, APPARECCHIATURE: TIPI E LAVORAZIONI.....</b>	<b>55</b>
Art. 201 CONDOTTI PER FOGNATURE.....	55
Art. 202 CARATTERISTICHE DEI PRODOTTI DI GRES CERAMICO .....	55
Art. 203 TUBAZIONI IN POLIPROPILENE PER SCARICHI CIVILI E/O INDUSTRIALI .....	58
203.1 QUALITA' DEI MATERIALI.....	58
203.2 METODO DI FABBRICAZIONE DEI TUBI.....	59
203.3 CLASSI E DIMENSIONI DELLE TUBAZIONI.....	59
203.4 DIMENSIONI E TOLLERANZE SULLE DIMENSIONI .....	59
203.5 PROVE, COLLAUDI E NORME.....	60
203.6 CERTIFICATI DI PROVA E DI QUALITA' .....	60
203.7 SISTEMI DI GIUNZIONE PER TUBAZIONI IN PP E LORO ESECUZIONE .....	60
203.8 POSA – RIEMPIMENTO DELLO SCAVO .....	62
203.9 COLLAUDO IDRAULICO DI TENUTA.....	65
Art. 204 RIVESTIMENTO INTERNO TUBAZIONI IN CALCESTRUZZO CON RESINE .....	66
Art. 205 CARATTERISTICHE DELLE CANALIZZAZIONI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO SEMPLICE.....	66
Art. 206 Tubazioni in PVC per fognature .....	69
Art. 207 CAMERETTE DI ISPEZIONE E MANUFATTI VARI PER LE FOGNATURE .....	69
<b>D.3 – NORME PARTICOLARI PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DELLE OPERE.....</b>	<b>70</b>
Art. 208 SCAVI PER LA POSA DEI CONDOTTI PER FOGNATURE.....	70
Art. 209 MANUFATTI PER FOGNATURE.....	70
Art. 210 CANALETTE PREFABBRICATE PER SCARICO ACQUE PIOVANE.....	70
<b>D.4 – PRESCRIZIONI TECNICHE PER L'ESECUZIONE DI OPERE DI FOGNATURA .....</b>	<b>70</b>
Art. 211 Definizione generali degli impianti.....	70
Art. 212 Verifiche e prove preliminari.....	71
Art. 213 Elementi di progetto .....	72
Art. 214 Acqua, calci e leganti.....	74
Art. 215 Sabbia, ghiaia e pietrisco .....	81
Art. 216 Malte e calcestruzzi .....	83
Art. 217 Ferro di armatura .....	86
Art. 218 Tubazioni.....	87
Art. 219 Modalità di esecuzione dei lavori .....	97
Art. 220 Collaudo delle opere.....	102
<b>E - OPERE DI ACQUEDOTTO.....</b>	<b>103</b>
<b>E.1 – CONDOTTE: SCAVI E RITOMBAMENTI.....</b>	<b>103</b>
Art. 300 SCAVI PER TUBAZIONI E MANUFATTI PER L'ACQUEDOTTO E RITOMBAMENTI.....	103
<b>E.2 – APPARECCHIATURE: CONDOTTI E POZZETTI.....</b>	<b>105</b>
Art. 301 POZZETTI PER APPARECCHIATURE .....	105
Art. 302 TUBAZIONI PER ACQUEDOTTO E APPARECCHIATURE SPECIALI IDRAULICHE.....	105
<b>E.3 – NORME PARTICOLARI PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DELLE OPERE.....</b>	<b>109</b>
Art. 303 SCAVI PER LA POSA DEI CONDOTTI DI ACQUEDOTTI .....	109
Art. 304 PEZZI SPECIALI OD APPARECCHIATURE .....	109
Art. 305 POZZETTI PER ACQUEDOTTO .....	109
<b>F – IMPIANTO DI PUBBLICA ILLUMINAZIONE.....</b>	<b>110</b>

<b>F.1 – PRESCRIZIONI PARTICOLARI.....</b>	<b>110</b>
Art. 400 PARTICOLARI PRESCRIZIONI PER L'IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE .....	110
<b>F.2 – NORME PARTICOLARI PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DELLE OPERE .....</b>	<b>112</b>
Art. 401 SCAVI PER POSA IN OPERA DEL CAVO PER LA MEDIA TENSIONE .....	112
Art. 402 SCAVI PER LA POSA CONDOTTE DI CONTENIMENTO LINEE DI ALIMENTAZIONE INTERRATA PER ILLUMINAZIONE PUBBLICA .....	112
Art. 403 OPERE ELETTRICHE .....	112
<b>G – CANALIZZAZIONI ENEL - TELECOM .....</b>	<b>113</b>
Art. 500 PARTICOLARI PRESCRIZIONI PER LE TUBAZIONI VUOTE INTERRATE CON TUBI IN PVC PER ENEL E TELECOM .....	113
Art. 501 SCAVO PER LA POSA DEI CONDOTTI PER LA DISTRIBUZIONE ENEL-TELECOM.....	113
<b>H - IMPIANTI TECNOLOGICI.....</b>	<b>114</b>
Art. 600 CONSEGNA E NORME PER IL COLLAUDO DEGLI IMPIANTI .....	114
Art. 601 GARANZIE DEGLI IMPIANTI .....	116
Art. 602 CLAUSOLE RELATIVE ALL'IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA.....	116
Art. 603 OBBLIGHI ED ONERI GENERALI E SPECIALI A CARICO DELLA DITTA ASSUNTRICE RELATIVAMENTE AGLI IMPIANTI.....	117
Art. 604 CLAUSOLE PARTICOLARI RELATIVE AGLI IMPIANTI.....	117
<b>I – MICROPALI – TIRANTI – DRENI – TERRE ARMATE .....</b>	<b>119</b>
Art. 700 MICROPALI.....	119
700.1 – DEFINIZIONE – CLASSIFICAZIONE E CAMPI DI APPLICAZIONE – NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	119
700.2 – TOLLERANZE GEOMETRICHE.....	119
700.3 – PREPARAZIONE DEL PIANO DI LAVORO – TRACCIAMENTO.....	119
700.4 – PERFORAZIONE.....	120
700.5 – CONFEZIONE E POSA DELLE ARMATURE.....	120
700.5.1 – Armatura con barre di acciaio per c.a. ....	120
700.5.2 – Armature tubolari .....	120
700.6 – FORMAZIONE DEL FUSTO DEL MICROPALO .....	120
700.6.1 – Riempimento a gravita' .....	121
700.6.2 – Riempimento a bassa pressione .....	121
700.6.3 – Iniezione ripetuta ad alta pressione.....	121
700.6.4 – Caratteristiche delle malte e paste cementizie da impiegare per la formazione dei micropali.....	121
700.7 – CONTROLLI E MISURE.....	122
700.8 – DOCUMENTAZIONE DEI LAVORI.....	122
700.9 – NORME DI MISURAZIONE E PAGAMENTI .....	123
Art. 701 TIRANTI DI ANCORAGGIO NEI TERRENI .....	123
701.0 – DEFINIZIONI E SCOPO.....	123
701.1 – MATERIALI ELEMENTI COSTRUTTIVI E NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	123
701.1.1 – Acciai - dispositivi di bloccaggio – miscele.....	123
701.1.2 – Miscela di iniezione: composizione e controlli .....	123
701.1.3 – Elementi di protezione .....	124
701.1.4 – Distanziatori – tamponi e condotti di iniezione .....	124
701.2 – TOLLERANZE GEOMETRICHE.....	125
701.3 – PERFORAZIONE.....	125
701.4 – ASSEMBLAGGIO E POSA DELLE ARMATURE.....	126
701.5 – CONNESSIONE AL TERRENO.....	126
701.5.1 – Iniezione semplice .....	126
701.5.2 – Iniezione ripetuta in pressione .....	127
701.6 – TESATURA E COLLAUDO.....	127
701.7 – PROTEZIONI ANTICORROSIVE IN OPERA.....	128
701.8 – DOCUMENTAZIONE DEI LAVORI .....	129
701.9 – NORME DI MISURAZIONE E PAGAMENTI.....	129
Art. 702 dreni PROFONDI .....	129
702.1 – DRENI PERFORATI NEL TERRENO .....	129
702.1.1 – Definizione e scopo .....	129
702.2 – TIPO DI DRENI PROFONDI PREVISTI IN PROGETTO .....	129
Art. 703 TERRE rinforzate con geogriglie .....	130
703.1 – DESCRIZIONE.....	130
703.2 – NORMATIVE DI RIFERIMENTO .....	130
703.3 – MATERIALI.....	130
703.4 – SOGGEZIONI AMBIENTALI .....	130
703.5 – CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI .....	131
703.6 – PROVE DI QUALIFICAZIONE .....	131
703.7 – PROVE DI ACCETTAZIONE .....	131
703.8 – RIEMPIMENTI DI SCAVI DI BONIFICA E COSTRUZIONE DI RILEVATI .....	132
<b>L – OPERE EDILI.....</b>	<b>134</b>
Art. 750 Esecuzione di strutture in legno.....	134
750.1 Generalità.....	134
750.2 Approvvigionamento ed accettazione dei materiali.....	137
750.3 Disposizioni costruttive e controllo dell'esecuzione .....	139

750.3.1 Instabilità laterale .....	139
750.3.2 Incollaggio .....	140
750.3.3 Unioni con dispositivi meccanici .....	140
750.3.4 Assemblaggio .....	141
750.3.5 Collegamenti .....	141
750.3.6 Impalcati .....	141
750.4 Controllo del progetto e della costruzione .....	141
Art. 751 Opere in marmo e pietre naturali .....	142
Art. 752 Opere da cementista e stuccatore .....	142
Art. 753 Opere in legno .....	144
Art. 754 Opere da fabbro e serramentista .....	145
Art. 755 Opere da lattoniere.....	146
Art. 756 Opere da pittore .....	146
Art. 757 Opere di impermeabilizzazione .....	149
Art. 758 Opere di pavimentazione e rivestimento.....	149
Art. 759 Sistemazioni a verde .....	155
Art. 760 Impermeabilizzazioni e coperture piane .....	156
760.1 Generalità.....	156
760.2 Classificazione delle membrane .....	157
760.3 Membrane a base di elastomeri e di elastomeri .....	157
760.3.1 Tipologie .....	157
760.3.2 Classi di utilizzo .....	158
760.3.3 Accettazione .....	158
<b>M – PRESCRIZIONI TECNICHE DI ORDINE GENERALE .....</b>	<b>158</b>
Art. 61 Rilievi, tracciati e capisaldi.....	158
61.1 Rilievi .....	158
61.2 Tracciati .....	158
61.3 Capisaldi di livellazione.....	158
61.4 Strumentazione.....	159
Art. 62 Programma esecutivo dei lavori.....	159
Art. 63 Oneri a carico dell'appaltatore. Impianto del cantiere e ordine dei lavori .....	159
63.1 Impianto del cantiere .....	159
63.2 Vigilanza del cantiere.....	159
63.3 Locale ufficio di direzione dei lavori.....	159
63.4 Ordine dell'esecuzione dei lavori.....	160
63.5 Fornitura di notizie statistiche sull'andamento dei lavori.....	160
63.6 Cartelli indicatori .....	160
63.7 Oneri per le pratiche amministrative .....	160
63.8 Osservanza di leggi e norme tecniche .....	160
Art. 64 Integrazione del piano di manutenzione dell'opera .....	164
<b>N – LA SICUREZZA IN CANTIERE .....</b>	<b>164</b>
Art. 65 La sicurezza in cantiere (D.LGS. 81/2008 e successive modifiche) .....	164
65.1 Oggetto delle norme.....	164
65.2 Ammontare dell'appalto .....	164
65.3 Documenti riguardanti la “Sicurezza” che fanno parte del contratto d'appalto .....	164
65.4 Obblighi ed oneri del Responsabile dei lavori .....	164
65.5 Obblighi ed oneri dell'Appaltatore .....	165
65.6 In particolare l'Appaltatore provvede a: .....	165
65.7 Obblighi ed oneri del Coordinatore per l'esecuzione dei lavori in cantiere.....	166
65.8 Obblighi ed oneri delle imprese subappaltatrici e dei lavoratori autonomi .....	167
65.9 Obblighi ed oneri del Direttore tecnico di cantiere per conto dell'Impresa .....	167
65.10 Obblighi dei lavoratori dipendenti.....	167
65.11 Proposta di sospensione dei lavori, d'allontanamento o di risoluzione del contratto in caso di gravi inosservanze.....	167
65.12 Sospensione dei lavori per pericolo grave ed immediato o per mancanza dei requisiti minimi di sicurezza.....	168
65.13 Normativa di riferimento.....	168
65.14 Stima dei costi della sicurezza.....	168

## 2^ PARTE

### CAPITOLO 2° : OPERE STRUTTURALI

<b>1 Generalità .....</b>	<b>170</b>
1.1 Oggetto delle specifiche tecniche .....	170
1.2 Documentazione da produrre .....	170
1.3 Normative di riferimento.....	170
<b>2 Strutture in c.a. gettate in opera .....</b>	<b>171</b>
2.2 Esecuzione .....	177
2.2.1 Prescrizioni generali .....	177
2.2.2 Tolleranze .....	180
2.2.3 Specifiche di esecuzione.....	181
2.2.4 Prove sui materiali e sul conglomerato cementizio fresco.....	181
2.3 Documentazione da produrre .....	183
2.4 Oneri a carico dell'Appaltatore .....	183
<b>3 Strutture in acciaio.....</b>	<b>183</b>
3.2 Esecuzione .....	185
3.3 Documentazione da produrre .....	191
3.4 Controlli, prove e collaudi .....	191
<b>4 Chiodature nella roccia.....</b>	<b>196</b>
4.1 Tolleranze .....	197
<b>5 Dispositivi e materiali speciali.....</b>	<b>198</b>
5.1 Appoggi strutturali a disco elastomerico confinato .....	198
5.2 Connessioni a taglio – pioli tipo Nelson .....	198
5.3 Ancoranti chimici ad iniezione tipo Hilti .....	198
<b>6 Oneri a carico dell'Appaltatore .....</b>	<b>199</b>

## **PREMESSA**

Il presente Capitolato Speciale d'Appalto :

2° parte – Norme tecniche è così composto :

Capitolo 1°      - Opere stradali e affini  
                     - impianti tecnologici  
                     - opere edili  
                     - norme generali  
                     - sicurezza in cantiere

Capitolo 2°      - opere strutturali

## **A - PREMESSE**

### **ART. 0 GENERALITA'**

Il contenuto del presente allegato comprende la 2<sup>a</sup> PARTE del CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO: **SEZIONE TECNICA**.

L'allegato si articola nelle seguenti distinte parti:

#### **A) PREMESSE**

#### **B) LAVORAZIONI E PRESCRIZIONI IN GENERALE** [Articoli 1÷23]

- B.1 QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI
- B.2 MODO DI ESECUZIONE DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO
- B.3 NORME DA ADOTTARE NELL'ESECUZIONE DEI LAVORI
- B.4 NORME GENERALI PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DELLE OPERE
- B.5 NORME PARTICOLARI PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DELLE OPERE

#### **C) OPERE STRADALI** [Articoli 100÷123]

- C.1 FORMAZIONE DEL CORPO STRADALE E PAVIMENTAZIONE
- C.2 LAVORAZIONI DIVERSE
- C.3 CLAUSOLE PARTICOLARI
- C.4 NORME PARTICOLARI PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DELLE OPERE

#### **D) OPERE FOGNARIE** [Articoli 200÷220]

- D.1 SCAVI E RITOMBAMENTI DI CONDOTTI
- D.2 CONDOTTE, APPARECCHIATURE: TIPI E LAVORAZIONI
- D.3 NORME PARTICOLARI PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DELLE OPERE
- D.4 PRESCRIZIONI TECNICHE PER L'ESECUZIONE DI OPERE DI FOGNATURA

#### **E) OPERE DI ACQUEDOTTO** [Articoli 300÷305]

- E.1 SCAVI E RITOMBAMENTI DI CONDOTTE
- E.2 CONDOTTE: LAVORAZIONI E TIPI - APPARECCHIATURE
- E.3 NORME PARTICOLARI PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DELLE OPERE

#### **F) IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA** [Articoli 400÷403]

- F.1 PRESCRIZIONI PARTICOLARI
- F.2 NORME PARTICOLARI PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DELLE OPERE

#### **G) CANALIZZAZIONI ENEL - TELECOM** [Articoli 500÷501]

#### **H) IMPIANTI TECNOLOGICI** [Articoli 600÷604]

#### **I) OPERE SPECIALI – MICROPALI – TIRANTI – DRENI -** [Articoli 700÷703]



## **TERRE ARMATE**

### **L) IMPIANTO SEMAFORICO**

[Articoli 750÷753]

### **M) PIANO DI SICUREZZA D.Lgs. 81/2008**

[Articolo 800]

**Il contenuto totale o parziale di alcuni articoli potrà non interessare direttamente le opere previste nel presente appalto per il quale il presente CAPITOLATO SPECIALE costituisce documento contrattuale.**

**Tali articoli sono comunque riportati per completezza e per costituire indirizzo qualora nell'esecuzione delle opere strettamente inerenti l'appalto si presenti la necessità o l'opportunità di introdurre opere in variante o in aggiunta alle opere appaltate.**

## **B - LAVORAZIONI E PRESCRIZIONI IN GENERALE**

### **B.1 - QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI**

#### **ART. 1**

#### **QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI**

I materiali occorrenti per la costruzione delle opere, qualunque sia la loro provenienza, dovranno essere riconosciuti, a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, della migliore qualità nelle rispettive loro specie e dovranno avere le caratteristiche stabilite dalle leggi vigenti e soddisfare ai requisiti fissati dalle norme del C.N.R. o dalle Circolari Ministeriali richiamate nei successivi paragrafi ed articoli.

Salvo speciali prescrizioni tutti i materiali occorrenti per l'esecuzione delle opere di cui trattasi provverranno da cave, fabbriche, stabilimenti, scelti ad esclusiva cura dell'Impresa la quale non potrà quindi accampare alcuna eccezione qualora nel corso dei lavori, risultando i materiali non corrispondenti ai requisiti prescritti oppure per una qualsiasi altra ragione, l'Impresa fosse costretta a ricorrere ad altre provenienze, intendendosi che, in tali casi, resteranno invariati i prezzi unitari stabiliti in elenco, come pure tutte le prescrizioni che si, riferiscono alla qualità ed alle dimensioni dei singoli materiali.

Quando la Direzione dei Lavori avrà rifiutata qualche provvista perchè ritenuta a suo giudizio insindacabile non idonea ai lavori, l'Impresa dovrà sostituirla con altra che risponda ai requisiti voluti, ed i materiali rifiutati dovranno essere immediatamente allontanati dalla sede del lavoro o dai cantieri a cura e spese dell'Appaltatore.

#### **Acqua**

L'acqua dovrà essere dolce, limpida e scevra da materie terrose, da cloruri e da fosfati;

#### **Calce**

Le calce aeree ed idrauliche dovranno rispondere ai requisiti di accettazione di cui al R.D. 19 novembre 1939, n.2231.

La calce grassa in zolle dovrà provenire da calcari puri, essere di recente cottura, di colore uniforme, non bruciata, né vitrea, né pigra ad idratarsi ed infine di qualità tale che, mescolata con la sola quantità d'acqua dolce necessaria alla estensione si trasformi completamente in una pasta soda a grassello tenuissimo, senza lasciare residui maggiori del 5% dovuti a parti non bene decarburate, siliciosi od altrimenti inerti.

La calce viva, al momento dell'estinzione, dovrà essere perfettamente anidra; sarà rifiutata quella ridotta in polvere o sfiorita, e perciò si dovrà provvedere la calce viva a misura del bisogno e conservarla comunque in luoghi asciutti e ben riparati dall'umidità. L'estinzione della calce viva dovrà farsi con i migliori sistemi conosciuti ed a seconda delle prescrizioni della Direzione dei lavori in apposite vasche impermeabili rivestite di tavole o di muratura. La calce grassa destinata agli intonaci dovrà essere spenta almeno sei mesi prima dell'impiego.

#### **Leganti idraulici**

Le calce idrauliche, i cementi e gli agglomerati cementizi a rapida o lenta presa da impiegare per qualsiasi lavoro, dovranno corrispondere a tutte le particolari prescrizioni di accettazione di cui alla legge 26.5.1965 n° 595 e D.M. 14.1.1966. Essi dovranno Essere conservati in magazzini coperti su tavolati in legno ben riparati dall'umidità.

#### **Pozzolana**

La pozzolana sarà ricavata da strati mondi da cappellaccio ed esente da sostanze eterogenee o di parti inerti: qualunque sia la sua provenienza dovrà rispondere a tutti i requisiti prescritti dalle norme vigenti.

Per la misurazione, sia a peso che a volume, dovrà essere perfettamente asciutta.

#### **Ghiaia, pietrisco e sabbia**

Le ghiaie, i pietrischi e le sabbie da impiegare nella formazione dei calcestruzzi dovranno corrispondere alle condizioni di accettazione considerate nelle norme di esecuzione delle opere in conglomerato semplice od armato, di cui al R.D. 16 Novembre 1939, n. 2229.

Le ghiaie ed i pietrischi dovranno essere costituiti da elementi omogenei derivanti da rocce resistenti il più possibile omogenee e non gelive; tra le ghiaie si escluderanno quelle contenenti elementi di scarsa resistenza meccanica, facilmente sfaldabili o rivestite da incrostazioni o gelive.

La sabbia da impiegarsi nelle murature o nei calcestruzzi dovrà essere assolutamente scevra da materie terrose ed organiche e ben lavata. Dovrà essere preferibilmente di qualità silicea proveniente da rocce aventi alta resistenza alla compressione. Dovrà avere forma angolosa ed avere elementi di grossezza variabile da mm 1 a mm 5. La granulometria degli aggregati litici per i conglomerati sarà prescritta dalla Direzione dei Lavori in base alla destinazione, al dosaggio ed alle condizioni della messa in opera dei calcestruzzi l'Impresa dovrà garantire la costanza delle caratteristiche della granulometria per ogni lavoro.

Per i lavori di notevole importanza l'Impresa dovrà disporre della serie dei vagli normali atti a consentire alla Direzione dei Lavori i normali controlli.

In linea di massima, per quanto riguarda la dimensione degli elementi dei pietrischi e delle ghiaie questi dovranno essere da mm 40 a mm 71 (trattenuti dal crivello 40 UNI e passanti da quello 71 UNI n. 2334) per lavori correnti di fondazioni, elevazioni, muri di sostegno; da mm. 40 a mm 60 (trattenuti dal crivello 40 UNI e passanti da quello 60 UNI n. 2334) se si tratti di volti, di getti di un certo spessore; da mm 25 a mm 40 (trattenuti dal crivello 25 UNI e passanti da quello 40 UNI n. 2334) se si tratta di volti o getti di limitato spessore.

Le ghiaie da impiegarsi per formazione di massicciate stradali dovranno essere costituite da elementi omogenei derivanti da rocce durissime di tipo costante, e di natura consimile fra loro, e 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 no) n 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 la utilizzazione di massi sparsi in campagna o ricavabili da scavi, nonchè di ciottoloni o massi ricavabili da fiumi o torrenti semprechè siano provenienti da rocce, di qualità idonea.

I materiali suindicati, le sabbie e gli additivi dovranno corrispondere alle norme di accettazione del fascicolo n. 4 ultima edizione, del Consiglio Nazionale delle ricerche. Rispetto ai crivelli UNI 2334, i pietrischi saranno quelli passanti dal crivello 7 UNI e trattenuti da 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 dal setaccio 2 UN I 2332.

**Di norma si useranno le seguenti pezzature:**

- 1) pietrisco da 45 a 70 mm. tipo A per la costruzione di massicciate all'acqua cilindrate;
- 2) pietrisco da 25 a 45 mm. tipo H, per la esecuzione di carichi di massicciate e per materiali di costipamento di massicciate;
- 3) pietrischetto da 15 a 25 mm. tipo C, per esecuzione di ricarichi di massicciate per conglomerati bituminosi e per trattamenti con bitumi fluidi;
- 4) pietrischetto da 10 a 15 mm. tipo D (mezzanello), per trattamenti superficiali, penetrazioni, semipenetrazioni, e pietrischetti bituminati;
- 5) pietrischetto da 7 a 12 mm. tipo E, per trattamenti superficiali, tappeti bitumati, strato superiore di conglomerati bituminosi;
- 6) graniglia normale da 5 a 10 mm. tipo F per trattamenti superficiali, tappeti; bitumati, strato superiore di conglomerati bituminosi;
- 7) graniglia minuta da 3 a 6 mm. tipo G, di impiego eccezionale e previo specifico consenso della Direzione dei lavori 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 della prescelta pezzatura, purché, per altro, 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).

#### Materiali per soprastrutture in terreno stabilizzato

La loro caratteristica sarà eseguita in base alla granulometria ed ai limiti di Atterberg (limiti di plasticità e fluidità) nonché alla loro differenza costituente l'indice di plasticità. L'assorbimento granulometrico dovrà rientrare in una delle categorie indicate nella tabella seguente, che è stata riportata dalle norme ASTM - D 1241 - 55T.

Setaccio ASTM	C A T E G O R I A					
	A	B	C	D	E	F
2 pollici	100	100	-	-	-	-
1 pollice	-	75-95	100	100	100	100
3/8"	30-65	40-75	50-85	160-100	-	-
n. 4	25-55	30-60	35-65	50-85	55-100	70-100
n. 10	15-40	20-45	25-50	40-70	40-100	55-100
n. 40	8-20	15-30	15-30	25-45	20-50	30-70
n. 200	2-8	5-20	5-15	10-25	6-20	8-25

Per il limite di fluidità e per l'indice di plasticità dovranno essere rispettate le seguenti limitazioni:

	Limite di fluidità	Indice di plasticità
• strati di base inferiore	25	6
• strati di base superiore	35	4-9

Negli strati di base inferiore la frazione passante al setaccio n. 200 ASTM deve essere preferibilmente uguale alla metà ed in ogni caso non superiore ai 2/3 di quella passata al setaccio n.40. Negli strati di base superiore la frazione passante al setaccio n. 200 ASTH deve essere inferiore ai 2/3 della frazione passante al n. 40.

Il C.B.R. del materiale costipato alla densità massima 17 AASHO pronto dopo 4 giorni di immersione in acqua dovrà risultare per i materiali degli strati inferiori non minore di 70 e per i materiali degli strati superiori non minore di 80.

Durante l'immersione in acqua non si dovranno avere rigonfiamenti superiori allo 0,50%.

Per quanto non è espressamente indicato si farà riferimento alle norme ASTM D. 1241-55 T, oppure AASHO M 147-55;

#### Tout-venant alluvionale

Quando per gli strati di fondazione sia prescritto l'impiego di tout-venant alluvionale dovranno essere soddisfatte le seguenti limitazioni granulometriche:

- passante al setaccio ASTM da 3" 100%
- passante al setaccio ASTM da 2" 80-100%
- passante a 1 setaccio ASTM da 3/8" 30-60%
- passante al setaccio ASTM n. 200 10%

ed inoltre si dovrà accertare che l'assorbimento granulometrico consenta di realizzare una buona percentuale di vuoti. L'indice di plasticità dovrà risultare inferiore a 4 ed il C.B.R. postsaturazione superiore a 50.

#### Pietrame

Le pietre naturali da impiegarsi nella muratura e per qualsiasi altro lavoro dovranno rispondere ai requisiti richiesti dalle norme in vigore e dovranno essere a grana compatta ed ognuna monda da cappellaccio, esenti da piani di sfaldamento, senza screpolature, interclusioni di sostanze estranee; dovranno avere

dimensioni adatte al particolare loro impiego ed offrire una resistenza proporzionata alla entità della sollecitazione cui devono essere assoggettate.

Saranno escluse le pietre alterabili all'azione degli agenti atmosferici e dell'acqua corrente.

Le pietre da taglio oltre a possedere gli accennati requisiti caratteri generali; dovranno essere sonore alla percussione, immuni da fenditure e litoclasti e di perfetta lavorabilità. Il porfido dovrà presentare una resistenza alla compressione non inferiore a Kg. 1600 per cmq ed una resistenza all'attrito radente, (Dorry) non inferiore a quella del granito di S.Fedolino preso come termine di paragone.

Il pietrame impiegato per la formazione di fondazione stradale sarà uniforme e compatto, sano e di buona resistenza alla compressione. Sarà in prevalenza di dimensioni uniformi in modo che ponendo la faccia più larga in basso a contatto con letto di sabbia, si abbia a collocazione finita lo spessore stabilito di cm 20.

### **Cubetti di pietra**

I cubetti di pietra da impiegare per la pavimentazione stradale debbono rispondere alle norme di accettazione di cui il fascicolo n. 5 della Commissione di studio dei materiali stradali del Consiglio Nazionale delle ricerche.

### **Mattoni**

I mattoni dovranno essere ben formati con facce regolari, a spigoli vivi, di grana fina, compatta ed omogenea; presentare tutti i caratteri di una perfetta cottura, cioè essere duri sonori alla percussione e non vetrificati; essere esenti da calcinelli e scevri da ogni difetto che possa nuocere alla buona riuscita delle murature; i mattoni dovranno altresì aderire fortemente alle malte; essere resistenti alla cristallizzazione dei solfati alcalini; contenere solfati solubili od ossidi alcalino-terrosi, ed infine non essere eccessivamente assorbenti.

I mattoni inoltre, debbono resistere all'azione delle basse temperature, cioè se sottoposti quattro mattoni segati a metà, a venti cicli di immersione in acqua a 35 gradi per la durata di 3 ore e per altre tre ore posti in frigorifero alla temperatura di 10° C, i quattro provini fatti con detti laterizi sottoposti alla prova di compressione debbono offrire una resistenza non minore dell'80% della resistenza presentata da quelli provati allo stato asciutto.

I mattoni di uso corrente dovranno essere parallelepipedi, di lunghezza doppia della larghezza, di modello costante e presentare, sia all'asciutto che dopo prolungata immersione nell'acqua, una resistenza minima allo schiacciamento di almeno Kg 160 per cmq. Essi dovranno corrispondere alle prescrizioni del R.D. 16 Novembre 1939, n. 2233.

### **Materiali ferrosi**

I materiali ferrosi da impiegare nei lavori dovranno essere esenti da scorie, soffiature, brecciature, paglie o da qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura, fucinatura e simili.

Essi dovranno rispondere a tutte le condizioni previste nel D.M. 29 Febbraio 1908, modificate dal D.P. 15 luglio 1925 e presentare inoltre, a seconda della loro qualità, i seguenti requisiti:

#### **1) Ferro**

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

#### **2) Acciaio dolce laminato**

L'acciaio extradolce laminato (comunemente chiamato ferro omogeneo) 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 tempra. Alla rottura dovrà presentare struttura finemente granulare ed aspetto serico.

#### **3) Acciaio fuso in getti**

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

#### **4) Acciaio sagomato**

L'acciaio sagomato ad alta resistenza dovrà soddisfare alle seguenti condizioni: il carico di sicurezza non deve superare il 35% del carico di rottura: non deve inoltre superare il 40% del carico di snervamento quando il limite elastico sia stato elevato artificialmente con trattamento a freddo (torsione trafilata) il 50% negli altri casi. Il carico di sicurezza non deve comunque superare il limite

massimo di 2200 Kg/cm<sup>2</sup>. Detti acciai debbono essere impiegati con conglomerati cementizi di qualità aventi resistenza cubica a 28 giorni di stagionatura non inferiore a Kg/cm<sup>2</sup> 250 o superiore; non possono essere usate barre di diametro superiore a 30 mm.

#### 5) **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; di frattura grigia, finemente granosa e perfettamente omogenea, esente da screpolature, vene, bolle, sbavature, asperità ed altri difetti capaci di menomare la resistenza. Dovrà essere inoltre perfettamente modellata. E' assolutamente escluso l'impiego di ghise fosforose.

#### **Legname**

I legnami, da impiegare in opere stabili o provvisorie, di qualunque essenza essi siano, dovranno rispondere a tutte le prescrizioni di cui al D.M. 30 ottobre 1912, saranno provveduti fra le più scelte qualità della categoria prescritta e non presenteranno difetti incompatibili con l'uso a cui sono destinati. Il tavolame dovrà essere ricavato dalle travi più dritte, affinché le fibre non escano mozzate dalla sega e si ritirino nelle connessioni. I legnami rotondi o pali dovranno provenire dal vero tronco dell'albero e non dai rami, sufficientemente dritti, in modo che la congiungente i centri delle due basi non debba uscire in alcun punto del palo: dovranno essere scortecciati per tutta la loro lunghezza e conguagliati alla superficie; la differenza fra i diametri medi delle estremità non dovrà oltrepassare i 15 millesimi del lunghezza, né il quarto del maggiore dei 2 diametri.

Nei legnami grossolanamente squadrati ed a Spigolo smussato, tutte le facce dovranno essere spianate e senza scarniture, tollerandosene lo alburno o lo smusso in misura non maggiore di un sesto del lato della sezione trasversale.

I legnami a spigolo vivo dovranno essere lavorati squadrai a sega con le diverse facce esattamente spianate, senza rientranze o risalti, e con gli spigoli tirati a filo vivo, senza l'alburno, né smussi di sorta.

#### **Bitumi**

I bitumi debbono soddisfare alle "Norme per la accettazione dei bitumi, per usi stradali" del Consiglio Nazionale delle Ricerche, ultima edizione.

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

#### **Bitumi liquidi**

Debbono soddisfare alle "Norme per l'accettazione dei Bitumi liquidi per usi stradali" del Consiglio Nazionale delle ricerche, ultima edizione.

Per i trattamenti a caldo si usano i tipi BL 150/130 e BI 350/700 a seconda della stagione e del clima.

#### **Emulsioni bituminose**

Debbono soddisfare alle "Norme per l'accettazione delle Emulsioni Bituminose, per usi stradali" del Consiglio Nazionale delle Ricerche, ultima edizione.

#### **Catrami**

Debbono soddisfare alle "Norme per l'accettazione dei Catrami per usi stradali" 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 del Consiglio Nazionale delle Ricerche: ultima edizione.

#### **Gesso**

Dovrà essere di recente cottura, di fine macinazione e perfettamente asciutto.

#### **Marmi**

Dovranno essere perfettamente sani, senza brecce, vene: scaglie, nodi, paccature od altri difetti che ne vizino la omogeneità e la solidità; non saranno tollerate stuccature, rotture, tasselli, scheggiature.

#### **Piombo, rame stagno e zinco**

E tutti gli altri metalli e leghe metalliche da usare nelle costruzioni devono essere delle migliori qualità, ben fusi o laminati, a seconda della specie di lavori a cui sono destinati, e scevri da ogni impurità o difetti

che ne vizino la forma, o ne alterino la resistenza e la durata.

#### **Tubazioni e pezzi speciali in ghisa**

Hanno valore le norme emanate dal Ministro dei LL.PP. del 31 Luglio 1937 n. 20.

#### **Tubazioni e pezzi speciali in acciaio**

Hanno valore le norme UNI relative alle caratteristiche, tolleranze, spessori e prove per tubi in acciaio per condotte d'acciaio in pressione .

#### **Vetri e cristalli**

Dovranno essere per le richieste dimensioni, di un solo pezzo, di spessore uniforme, di prima qualità, perfettamente incolori privi di scorie, bolle, ondulazioni, nodi, opacità, macchie e di qualsiasi altro difetto.

#### **Bianco di zinco**

Dovrà essere in polvere finissima, costituita da ossido di zinco e non dovrà contenere più del 4% di sali di piombo allo stato di solfati, né più dell'11% di altre impurità; l'umidità non deve superare il 3%.

#### **Minio**

Sia esso di piombo (sesquiossido di piombo) che di alluminio (ossido di alluminio) dovrà essere costituito di polvere finissima e non contenere colori derivati dall'anilina, né oltre il 10% di sostanze estranee (solfato di bario, ecc.)

#### **Vernici**

Le vernici che si useranno 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.

Le vernici speciali, eventualmente prescritte dalla Direzione dei Lavori, dovranno essere fornite nei recipienti originali chiusi.

#### **Materiali per pavimentazione**

(Marmette di cemento, piastrelle greificate, lastre di marmo ecc.) dovranno corrispondere alle norme di accettazione di cui al R.D. 16 Novembre 1939 n. 2234.

#### **Materiali in gres**

- a) I materiali devono presentarsi di impasto omogeneo, compatto anche in frattura, ben vetrificato, senza incrinature, difetti o asperità e percossi al martello, devono dare un suono metallico.
- b) I materiali in gres ceramico per fognature devono essere coperti totalmente o parzialmente da una vetrificata, ottenuta ad alta temperatura mediante reazioni chimico-fisiche fra sostanze di apporto e le argille costituenti il gres.

*Durezza:* La durezza del gres ceramico, sia alla superficie esterna, anche se vetrinata, che in frattura, deve essere uguale a quella del quarzo e quindi deve risultare non inferiore al 7° posto della scala Mors.

*Resistenza allo schiacciamento dei pezzi speciali:* Questa prova interessa i pezzi speciali fino a un diametro massimo di 20 cm. Occorre innanzitutto predisporre un adatto contenitore, di sezione circolare e del diametro interno di 1 metro, il pezzo speciale di gres, chiuso sulle aperture con tappi di legno su un letto di sabbia e ricoperto ancora con sabbia.

Si tiene costante ed uguale a 30 cm lo strato di sabbia sovrastante il pezzo speciale, mentre lo strato inferiore e lo strato laterale possono variare a seconda delle dimensioni del pezzo speciale medesimo.

Indi il sistema viene sottoposto ad una pressione gradualmente crescente ed agente in senso verticale fino al raggiungimento di 2 Kg/cmq. Questa pressione deve essere mantenuta per un tempo di 90 minuti secondi. Dopo la prova, liberato il pezzo speciale dalla sabbia e dal contenitore, non devono essere rilevate né rotture, né incrinature.

*Resistenza alla pressione idraulica interna:* La prova deve essere eseguita sui tubi interi (escluso il manicotto) ed in posizione verticale, sottoponendoli a una pressione idraulica interna di 2 Kg/cmq per i diametri fino a 25 cm e proporzionalmente per i diametri superiori come dalla tabella seguente:

fino a cm 25 $\phi$	2,00 Kg/cmq
oltre cm 25 e fino a cm 30 $\phi$	1,65 Kg/cmq
oltre cm 30 e fino a cm 35 $\phi$	1,40 Kg/cmq
oltre cm 35 e fino a cm 40 $\phi$	1,25 Kg/cmq
oltre cm 40 e fino a cm 45 $\phi$	1,10 Kg/cmq

oltre cm 45	e fino a cm 50 $\phi$	1,00 Kg/cm <sup>2</sup>
oltre cm 50	e fino a cm 55 $\phi$	0,90 Kg/cm <sup>2</sup>
oltre cm 55	e fino a cm 60 $\phi$	0,85 Kg/cm <sup>2</sup>
oltre cm 60	e fino a cm 70 $\phi$	0,70 Kg/cm <sup>2</sup>

Tale pressione deve essere raggiunta lentamente (in non meno di tre minuti primi) e mantenuta per sessanta secondi. Il tubo non dovrà presentare in alcun punto rotture, perdite o trasudamenti.

#### *Resistenza all'usura:*

La prova deve essere eseguita a mezzo del tribometro di Amsler (materiale abrasivo carborundum), su provini delle dimensioni di 70x70 mm. e dello spessore non inferiore a 7-8 mm.

Il tribometro deve essere conforme alle prescrizioni del R.D.16 Novembre 1939 n° 2234, pubblicato sul suppl. ord. alla Gazzetta Ufficiale n. 92 del 18 aprile 1940.

Come abrasivo si usa graniglia di carborundum, aumentato con olio minerale fluido (viscosità Engler compresa tra 5 e 7 a 50°C). Il carborundum deve avere una granulometria tale da passare allo staccio con larghezza netta di maglia non inferiore a 0,15 mm né superiore a 0,20 mm. Il consumo di carborundum e di olio deve essere rispettivamente di 20 e 12 gr. al minuto primo. Sulla superficie dei provini deve gravare una pressione di 0,3 Kg/cm<sup>2</sup>. La prova viene normalmente eseguita con un percorso abrasivo di 600 m corrispondente a una durata di 10 minuti primi.

L'indice di resistenza all'usura è dato dal rapporto fra il numero fisso 2,4, corrispondente alla abrasione media di un campione medio di granito S.Fedelino e l'altezza dello strato abrasivo del provino di gres, misurato con la precisione di 1/100 di mm.

L'indice di resistenza deve essere uguale o maggiore di 0,8 (media di tre determinazioni, da eseguirsi su tre diversi provini).

#### **Materiali elettrici in genere**

Essi inoltre dovranno rispondere in particolare alle norme stabilite dal R.D. 25.11.1940 n° 1960 modificato con D.P.R. 10.2.1948 n° 63 con L. 25.6.1956 n° 615 o con L. 19.6.1955 n° 518 e alle prescrizioni del C.E.I. e a quella della legislazione antinfortunistica.

#### **Cavi**

I cavi da impiegare per la posa entro tubazioni, su funi celle di acciaio e per graffettature a muro saranno del tipo con isolamento in PVC di qualità R2, con guaina protettiva pure in PVC di qualità R1 ed avranno gradi di isolamento 4 (E<sub>0</sub> = 0,6 Kv). I cavi dovranno corrispondere alle prescrizioni di cui alle norme C.E.I. 20-14 Ed. III, 1965. 20-12 Ed. IV, 1964 e le prove per la loro accettazione saranno eseguite in conformità alle norme C.E.I. 20-11 Ed. IV, 1964.

#### **Sostegni**

I sostegni in cemento armato centrifugato dovranno corrispondere a tutte le disposizioni legislative vigenti relative alle opere di conglomerato cementizio ed armato. Le sollecitazioni massime ammissibili dovranno essere mantenute nei limiti previsti dalle norme C.E.I. 11-4 Ed. VII, 1961. Dovranno presentare una superficie perfettamente liscia e conica ed inoltre lo spessore del calcestruzzo al di sopra del ferro delle armature (spiralature comprese) non deve essere inferiore a 200 mm e a 10 mm per gli altri. L'Appaltatore avrà altresì obbligo di presentare disegni e dimensioni complete, nonché il calcolo grafico degli stessi.

I sostegni in acciaio rastremati e conici dovranno presentare una superficie esterna ben levigata ed esente da difetti conforme in tutto alle prescrizioni delle Norme UNI 663. Dovranno essere efficacemente protetti contro la ruggine e la corrosione, particolarmente nella parte incastrata. Saranno bitumati internamente ed esternamente colorati con due strati di antiruggine a base di ossido di piombo con aggiunta di cromati di piombo e di zinco) e con due mani di vernice o smalto particolarmente resistenti all'azione degli agenti atmosferici.

Le tolleranze dimensionali e sul peso saranno le seguenti:

- sul diametro esterno ± 1,5%
- sullo spessore del tronco di base ± 15% (-20% in punti localizzati)
- sulla lunghezza dei tronchi ± 40 mm



- sulla lunghezza totale  $\pm 50 \text{ mm}$
- sul peso di un palo  $\pm 10\% - 8\%$

L'appaltatore avrà altresì l'obbligo di presentare il disegno del blocco di fondazione in calcestruzzo dei pali calcolato per terreni normali e con i consueti criteri di sicurezza.

### **Sostegni e mensolame**

Il mensolame, i bracci portaproiettore, i collari dovranno corrispondere alle prescrizioni del successivo elenco prezzi.

In generale le superfici metalliche dovranno presentarsi senza sbavature e senza tracce di corrosione, dovranno essere colorite previa spazzolatura con due mani di antiruggine a base di ossido di piombo con aggiunta di cromati piombo e due di vernice o smalto.

Tali antiruggine e vernice dovranno essere approvati dalla Direzione Lavori. Qualora zincato il mensolame dovrà presentare una superficie omogenea scevra da grumi e screpolature e con uno strato di zinco ben uniforme. Particolare cura dovrà essere presa nella scelta della bulloneria, della morsetteria e di tutti gli accessori per il montaggio degli isolatori e delle linee in cavo graffettato che dovranno essere in ogni caso zincati. Controllo a vista.

### **Lampade**

Le lampade delle varie potenze e caratteristiche dovranno corrispondere a quanto descritto nell'unito elenco prezzi. Per il loro collaudo valgono le norme all'uopo stabilite dal CEI.

### **Alimentatori**

Gli alimentatori per le lampade a scarica del tipo in derivazione, dovranno corrispondere per la potenza a quanto prescritto nel successivo elenco prezzi.

### **Caratteristiche generali**

*Esecuzione in aria a raffreddamento naturale:* disidratati nel vuoto e impegnati sotto pressione con vernici isolanti sintetiche per la installazione in ambiente al riparo dagli agenti atmosferici. Costruzione e dimensioni conformi norme CEI-UNEL.

### **Caratteristiche tecniche**

- a) le apparecchiature saranno costruite in modo da ammettere alla frequenza nominale una tolleranza del  $\pm 10\%$  sul valore della tensione normale) senza provocare variazioni maggiori del 20% sul valore di corrente di regime della lampada. Dovranno presentare inoltre per variazioni da + 2% a 4% del valore della frequenza nominale) variazioni max. del 15% a tensione costante sul valore della corrente di regime della lampada.
- b) *Perdite:* Le massime perdite espresse in Watt riferite alla potenza apparente dovranno rientrare nei seguenti limiti:
  - potenze apparenti fino a 150 VA: 18%
  - potenze apparenti tra i 150 e i 1000 VA: 10%
- c) *Sovratemperature:* rispetto alla temperatura ambiente gli avvolgimenti non dovranno, a tensione e. frequenza nominale, sorpassare la temperatura di 65°.
- d) *Forma d'onda:* all'esame oscilloscopico la forma d'onda della corrente e della tensione dovranno essere sostanzialmente simmetriche. Il valore di cresta della corrente non dovrà superare del 20% il valore di cresta della sinusoide.
- e) L'isolamento dovrà essere in classe "f" pur dovendo le sovratemperature rimanere contenute nei limiti della classe "E". L'alimentatore dovrà altresì funzionare con il riparatore senza il carico della lampada. L'appaltatore avrà l'obbligo a sue spese di far eseguire presso gli istituti incaricati, qualora richiesto dalla Direzione dei Lavori le prove per la determinazione delle caratteristiche sovraesposte con particolare riferimento alle perdite e al diagramma della forma d'onda della corrente.

### **Condensatori:**

I condensatori previsti per il rifasamento dei reattori e delle lampade delle varie potenze dovranno portare il fattore di potenza del complesso al valore di 0,9 e dovranno corrispondere a quanto specificato nel successivo elenco prezzi.

### **Caratteristiche generali:**

Esecuzione con elemento capacitivo in carta di cellulosa essiccata a vuoto spinto ed impregnata in olio neutro ininfiammabile in contenitori di alluminio sigillato con resina epossidica. Dimensioni, caratteristiche e collaudo secondo norme CEI.

### **Caratteristiche tecniche**

- a) tensione di lavoro alternata max. 330 V
- b) angolo di perdita:  $50 \times 10^4$
- c) tensione max. di esercizio per temperatura ambiente di 85°- 330 V
- d) tolleranza sul valore nominale della capacità  $\pm 10\%$

L'appaltatore avrà l'obbligo a sue spese di fare eseguire presso l'Istituto incaricato, qualora richiesto dalla Direzione Lavori, le prove per la determinazione delle caratteristiche sovraesposte. Tali prove dovranno dare risultati positivi e dovranno essere sottoposte al parere della Direzione dei Lavori,

### **Armature:**

Le armature oggetto del presente capitolato dovranno corrispondere ai requisiti del successivo elenco prezzi.

Dovranno inoltre corrispondere a quanto segue:

- a) *sicurezza* sia dal punto di vista antinfortunistico che funzionale.
- b) *durata dell'armatura* e stabilità delle caratteristiche di sicurezza, funzionalità ed estetica per un periodo non inferiore a 20 anni di condizioni normali di esercizio e di adeguata manutenzione.
- c) *funzionalità fotometrica*, cioè idoneità a realizzare con numero minimo di centri luminosi, impianti di illuminazione stradale, con massima uniformità di luminanza associato a un buon grado di "confort visivo"
- d) *facilità di manutenzione* riguardo all'accessibilità dell'apparecchio; all'intercambiabilità delle varie parti e delle varie armature tra di loro e su diversi sostegni, nonché tutti gli altri requisiti necessari per una facile manutenzione pulizia e ricambio lampade.
- e) *estetica*: in dipendenza delle forme dell'armatura, della sua combinabilità con la linea del sostegno del colore della vernice
- f) *I materiali impiegati* dovranno essere di per sè resistenti alla corrosione. In particolare si esclude l'impiego delle materie in ottone non cadmiato e di quelle in ferro comunque trattate: per le viti sottoposte a sforzo o ad uso frequente è preferibile l'acciaio inossidabile. L'accoppiamento dei vari materiali non dovrà dar luogo ad inconvenienti causati da coppie elettrolitiche. Le leghe contenenti rame non saranno usate in contatto con leghe di alluminio. Le parti metalliche saranno sempre costruite di materiali di prima fusione. L'involucro esterno dell'apparecchio sarà preferibilmente in lega di alluminio al silicio. Le parti in plastica o in fibra sintetica dovranno essere sufficientemente robuste e adeguatamente rinforzate in modo da non essere danneggiate o deformate durante l'uso. Inoltre non dovranno deteriorarsi e cambiare colore per la prevista durata dell'armatura specialmente per quanto riguarda le coppe delle armature chiuse. I materiali usati per le guarnizioni dovranno essere idonei ad evitare l'entrata di umidità e polvere nelle zone interne e non si deterioreranno a causa della luce, del calore o della pressione ai quali saranno esposti in esercizio.
- g) *finiture e trattamenti superficiali*: gli spigoli delle fusioni, i bordi di fasce metalliche e di altri materiali dovranno essere ben smussati per non danneggiare l'operatore durante l'installazione e la manutenzione. Le vernici non metalliche o plastiche applicate sulle parti esterne delle armature dovranno essere resistenti alle condizioni di esposizione in atmosfere contenenti cloruri e solfuri in moderate quantità nonché ad umidità variabile e temperatura oscillante tra -35°C e +45°C con polvere o abrasivi trasportati dal vento. Tutti i componenti (esclusi i riflettori) trattati con protettivi metallici avranno uno spessore dello strato protettivo sufficiente a garantire l'inattaccabilità per la normale durata dell'armatura.

Le superfici metalliche sulle quali verranno applicati smalti o plastiche dovranno avere un trattamento preventivo che garantisca l'adesione dello stesso in accordo con le istruzioni dei produttori delle vernici.

Poichè questi ultimi protettivi non raggiungeranno comunque la durata di 20 anni il fornitore dell'armatura dovrà dare informazioni su tipo e composizione del protettivo usato per agevolare a suo

tempo la verniciatura. Si prescrive comunque che le vernici usate abbiano una durata di esercizio non inferiore a 10 anni. Il colore della vernice sarà preferibilmente di grigio martellato.

- h) *struttura generale*: le armature aperte o chiuse dovranno essere impermeabili alla pioggia e progettate in modo che la condensa non finisca su parti che ne siano, di conseguenza danneggiate.

Nelle armature chiuse le guarnizioni dovranno essere bloccate e ben aderenti alle loro sedi per non staccarsi oppure sfuggire durante la manutenzione. La coppa dovrà essere sistemata in modo che ad armatura aperta essa rimanga appesa. In particolare il vano di contenimento della lampada dovrà essere effettivamente a tenuta stagna sia all'acqua che alla polvere. Esso sarà quindi ermetico anche verso il vano degli alimentatori e verso l'attacco dell'armatura al sostegno per evitare che l'aria inspirata nella fase di raffreddamento introduca sostanze offuscanti o corrosive nella parte ottica. Il dispositivo di fissaggio dell'armatura al supporto sarà appropriato al peso dell'apparecchio e munito di dispositivi di blocco tali da impedire la rotazione o l'allentamento per vibrazione. Le armature per illuminazione laterale dovranno essere provviste di attacco con regolazione continua per tubi da 30 a 62 mm; le armature avranno una portata nominale di 125 W e 250 W.

Inoltre il loro dimensionamento in fase di progettazione sarà tale da consentire senza inconvenienti il potenziamento del centro luminoso da 125 a 250 W e da 250 a 400 W. Il vano contenitore sarà studiato in modo che per la massima potenza prevista:

- l'alimentatore ed eventualmente il condensatore siano facilmente alloggiati.
- la sovratemperatura di dette apparecchiature e dei cavi di alimentazione con temperatura ambiente di 25° non superi i seguenti limiti di sicurezza:

avvolgimento alimentatore	80°C
corpo del condensatore	25°C
cavetteria	50°C

Nelle armature chiuse lo zoccolo delle lampade non deve superare i 200°C. Prova per misura diretta, a stabilizzazione termica avvenuta (3 ore circa), cioè quando l'incremento di temperatura nell'ultima mezz'ora non supera 1°C. L'armatura sarà studiata in modo che il montaggio dei componenti e la manutenzione del sostegno sia facile, semplice e sicura, in particolare dovranno essere velocemente sostituibili il riflettore ed il rifrattore, l'alimentatore e l'eventuale condensatore, il fusibile, la lampada.

L'eventuale gonnella di plastica dovrebbe essere facilmente svincolabile dal riflettore.

Le armature a sospensione dovranno avere chiara indicazione sull'orientamento del riflettore rispetto alla strada, le armature per illuminazione laterale dovranno presentare due punti di riferimento diametralmente opposti, secondo l'asse minore del riflettore, per l'orientamento dell'asse ottico mediante livella.

Il dispositivo porta lampade deve collocare la stessa nella giusta proporzione in rapporto al riflettore e rifrattore per ottenere un corretto controllo del flusso luminoso. Esso avrà quindi due possibilità di regolazione:

- lungo l'asse maggiore della lampada per adeguare la parte ottica alle diverse potenze della sorgente luminosa.
- sul piano verticale passante per l'asse suddetto al fine di modificare la distribuzione delle intensità.

La posizione di regolazione che il fornitore ritiene propria per ciascun tipo di lampade dovrà essere chiaramente identificata per una rapida e precisa messa a fuoco della sorgente luminosa.

La lampada completamente avvitata, rimarrà rigidamente fissa al porta lampade in normali condizioni di vento, vibrazione o urto; in particolare il contatto a molle del porta lampade dovrà resistere alle vibrazioni, al riscaldamento senza riflettori, non deteriorarsi o rompersi; non sono accettate le soluzioni in ottone. Il porta lampade sarà isolato a norme ENPI.

Nell'armatura sarà montata una morsettiera per collegare i cavi di alimentazione con le apparecchiature interne.

Essa sarà in grado di alloggiare cavi fino a 6 mmq. Le viti di contatto avranno un arresto al termine della corsa e non taglieranno i conduttori quando serrate.

Nelle armature in cui i cavi raggiungono il portalampe attraverso il riflettore, il punto di passaggio sarà dotato di un deposito passacavo. La resistenza di isolamento tra i circuiti elettrici interni ed il

corpo dell'armatura non sarà inferiore a due *megaohm*. La tensione di prova pari a 2000 Volt valore efficace, SOH<sub>Z</sub>, viene applicata per un minuto fra le varie parti che sono isolate le une dalle altre, compresa la carcassa

- i) *riflettori di alluminio*: qualità essenziali del riflettore sono il massimo rendimento e massima resistenza alla corrosione nonché sufficiente resistenza alle normali sollecitazioni dinamiche. Per tali requisiti dovrà essere soddisfatto quanto segue:

- Lamiera a tutto spessore tipo *Raffinal* avente un titolo non inferiore a 99,97% tipo CXD. Sarà pure accertata la lega alluminio/magnesio iperpura da lavorazione plastica P-ALR Mg. 0,5 UNI 4152 tipo OXD. Prova mediante spettrografia e analisi chimico-quantitative.
- Stato del materiale: incrudito all'origine del 30%, simbolo commerciale H30
- Spessore del riflettore: superiore a 6/10 mm. per riflettori protetti, superiore a 13/10 per riflettori scoperti o parzialmente protetti.
- Ossidazione anodica: lo strato anodico sarà dei seguenti tipi: ottico, protettivo normale, spessore minimo 5u per armature chiuse; ottico, protettivo rinforzato, spessore minimo 10u per armature aperte.

Controllo con metodo di perforazione (non distruttivo) UNI 4115 ed eventualmente con metodo gravimetrico (distruttivo) UNI 3396

- j) *Requisiti fotometrici*: le armature presenteranno curve fotometriche particolarmente idonee ad ottenere la migliore utilizzazione del flusso luminoso in relazione alle caratteristiche planimetriche della area da illuminare, all'altezza dalla quale vengono collocate, ed alla interdistanza tra i sostegni.
- k) *Rendimento*: il rendimento globale dell'apparecchio intero come rapporto tra il flusso uscente da quest'ultimo ed il flusso emerso dalla sorgente luminosa, dovrà essere superiore al 10% per le armature aperte e al 60% per le armature chiuse; controllo analitico mediante rilievo delle indicazioni fotometriche su sette piani e integrazione delle esocandele su *proiezione di Sanson*.
- l) *Coefficiente di utilizzazione*: il coefficiente di utilizzazione della armatura con braccio inclinato di 15° rispetto al piano, deve essere superiore a 0,3. Controllo mediante costruzione delle curve *isolux* a successiva integrazione.
- m) *Indice di distribuzione*: la ripartizione del flusso dovrà essere tale da consentire la massima interdistanza fra le armature con uniformità di luminanza del 40% trasversale e del 70% longitudinale; gli apparecchi dovranno avere un indice di distribuzione superiore a 2, cioè dovranno consentire interdistanza superiore a tre volte l'altezza di installazione mantenendo su un piano di larghezza  $L=h$ , la uniformità di illuminamento  $E_{min}$  e  $E_{max}=0,2$ .  
Controllo mediante analisi delle curve *isolux* e costruzione dei profili a coltello.

- n) *Documentazione richiesta*: l'appaltatore provvederà, unitamente al campione, tutti i dati relativi alla struttura e al funzionamento dell'armatura e, come minimo:

- Un disegno quotato con le informazioni generali sull'apparecchio;
- Le indicatrici fotometriche riferite a 100 lumen di emissione della lampada per inclinazione  $\alpha=0^\circ$  relative ai piani  $=0^\circ$ , ed  $\alpha=90^\circ$ ;
- Una curva *isolux* per  $\alpha=15^\circ$  riferita possibilmente a 1000 lumen e ad un metro dal suolo;
- La curva del coefficiente di utilizzazione per  $\alpha=15^\circ$ .
- I collaudi, qualora richiesti dalla Direzione dei Lavori saranno di "tipo" e di "verifica" e saranno effettuati dall'appaltatore, a proprie spese, presso gli Istituti incaricati. Il collaudo del "tipo" avrà scopo di determinare la caratteristica di un tipo di armatura onde stabilire la sua rispondenza al presente Capitolato. Esso comprenderà tutte le prove generali chimiche e fotometriche specificate ai punti precedenti. Il collaudo di "verifica" avrà scopi di controllo della qualità degli apparecchi della fornitura per confronto diretto con i dati dell'apparecchio campione analizzando nel collaudo di "tipo". Le prove fondamentali saranno o titolo del materiale, spessore e fissaggio dell'ossido anodico, coefficiente di utilizzazione o rendimento fotometrico, indice di distribuzione, impermeabilità, isolamento elettrico.

- o) A parità di caratteristiche, le scelte del tipo sono riservate alla Direzione dei Lavori.

#### **Tubi e materiale di calcestruzzo di cemento:**

I tubi di calcestruzzo di cemento saranno costituiti da Kg 400 di cemento ogni mc 0,800 di ghiaietto e mc 0.400 di sabbia e dovranno costituirsi in appositi cantieri. E' vietato in modo assoluto la costruzione di tubi in cantiere. I tubi dovranno essere ben calibrati e di spessore uniforme. Gli spessori minimi dei tubi saranno i seguenti:

▫ diametro interno di cm 15	spessore minimo mm. 25
▫ diametro interno di cm 20	spessore minimo mm. 28
▫ diametro interno di cm 25	spessore minimo mm. 30
▫ diametro interno di cm 30	spessore minimo mm. 31
▫ diametro interno di cm 40	spessore minimo mm. 35
▫ diametro interno di cm 50	spessore minimo mm. 45
▫ diametro interno di cm 60	spessore minimo mm. 50
▫ diametro interno di cm 70	spessore minimo mm. 55
▫ diametro interno di cm 70	spessore minimo mm. 60

Rispetto alle dimensioni finora dette, la tolleranza ammissibile nei confronti dello spessore delle pareti è fissata nell'ordine del 5% in più o in meno, e nei confronti del diametro del ½%.

La lunghezza normale dei tubi sarà di un metro.

Avranno le estremità conformate a dente e mortisa per innestare fra loro i singoli pezzi.

Qualunque sia il sistema di fabbricazione prescelto dall'impresa, il conglomerato dovrà essere compresso in modo da raggiungere la massima compattezza, uniformità ed impermeabilità.

La superficie interna dei tubi dovrà risultare perfettamente liscia, per quindici giorni successivi dovranno subire una conveniente stagionatura in apposite vasche, oppure con frequenti ed abbondanti aspersioni con acqua. In ogni caso i tubi non potranno essere trasportati e collocati in opera, prima che siano trascorsi 40 giorni dalla loro fabbricazione.

#### **Tubi in PVC impiegati nelle fognature:**

I tubi, curve, braghe, riduzioni, manicotti, raccordi, o tappi di chiusura, elementi di ispezione, elementi per attacco a pozzetti, saranno costituiti in PVC nel rispetto delle Norme UNI EN 1401-1.

#### **Tubi in PVC impiegati per acquedotti potabili::**

I tubi, curve, braghe, riduzioni, manicotti, raccordi, o tappi di chiusura, elementi di ispezione, elementi per attacco a pozzetti, saranno costituiti in PVC nel rispetto delle Norme UNI 7441-75 e 7448-75.

## **ART. 2**

### **ACCETTAZIONE ED IMPIEGO DEI MATERIALI**

I materiali devono corrispondere alle prescrizioni del Capitolato Speciale ed essere della migliore qualità: possono essere messi in opera solamente dopo l'accettazione del Direttore dei Lavori. L'accettazione dei materiali non è definitiva se non dopo che sono stati posti in opera.

Il Direttore dei Lavori può rifiutare in qualunque tempo quelli che fossero deperiti dopo l'introduzione nel cantiere, e che, per qualsiasi causa, non fossero conformi alle condizioni del contratto e l'appaltatore deve rimuoverli dal cantiere e sostituirli con altri a sue spese.

Ove l'appaltatore non effettui la rimozione nel termine prescritto, l'Amministrazione può provvedervi direttamente a spese dell'Appaltatore medesimo, a carico dal quale resta anche qualsiasi danno che potesse derivargli per effetto della rimozione eseguita d'ufficio. Le prescrizioni dei precedenti non pregiudicano i diritti dell'Amministrazione in sede di collaudo.

Qualora senza opposizione dell'Amministrazione, l'Appaltatore nel proprio interesse o di sua iniziativa, impiegasse materiali di dimensioni, consistenza e qualità superiori a quelle prescritte e di una lavorazione più accurata, ciò non gli dà diritto ad aumento di prezzi ed il computo metrico è fatto come se i materiali avessero le dimensioni, la qualità ed il magistero stabiliti dal contratto. Se invece sia ammessa dall'Amministrazione qualche carenza nelle dimensioni dei materiali, nella loro consistenza e qualità ovvero una minore lavorazione, il Direttore dei Lavori, sempreché l'opera sia accettabile senza pregiudizio, può applicare una adeguata riduzione di prezzo in sede di contabilizzazione, salvo l'esame e giudizio definitivo in sede di collaudo.

La Direzione dei Lavori può disporre le prove che ritenga necessarie per stabilire le idoneità dei materiali.

La spesa relativa sarà a carico dell'Appaltatore.

### **ART. 3 TRACCIAMENTI**

Prima di porre mano ai lavori di sterro o riporto, l'Impresa è obbligata ad eseguire la picchettazione completa del lavoro, in modo che risultino indicati i limiti degli scavi e dei riporti in base alla larghezza del piano stradale, alla inclinazione delle scarpate, alla formazione delle cunette. A suo tempo dovrà pure stabilire, nei tratti che fossero indicati dalla Direzione dei Lavori, le modine o garbe necessarie a determinare con precisione l'andamento delle scarpate tanto degli sterri che dei rilevati, curandone poi la conservazione e rimettendo quelli manomessi durante l'esecuzione dei lavori.

Qualora ai lavori in terra siano connesse opere murarie, l'Appaltatore dovrà procedere al tracciamento di esse, pure con l'obbligo della conservazione dei picchetti, ed eventualmente delle modine, come per i lavori in terra. Analogamente dovrà procedersi per i tracciamenti delle reti per le fognature, gli acquedotti, le linee elettriche e per gli impianti di distribuzione Enel e Telecom.

### **ART. 4 SCAVI E RILEVATI IN GENERE**

Gli scavi ed i rilevati occorrenti per la formazione del corpo stradale e per ricavare i rilevati, fossi, cunette, accessi, passaggi, rampe e simili, saranno eseguiti conformi alle previsioni di progetto, salvo le eventuali varianti che fosse per disporre la Direzione dei Lavori; dovrà essere usata ogni esattezza nello scavare i fossi, nello spianare e sistemare i marciapiedi o banchine, nel configurare le scarpate e nel profilare i cigli della strada, che dovranno perciò risultare paralleli all'asse stradale.

L'Appaltatore dovrà consegnare le trincee e i rilevati, nonché gli scavi o riempimenti in genere, al giusto piano prescritto, con scarpate regolari e spianate, con i cigli bene tracciati e profilati, compiendo a sue spese, durante l'esecuzione dei lavori, fino al collaudo, gli occorrenti ricarichi o tagli, la ripresa e sistemazione delle scarpate e banchine e l'espurgo dei fossi.

#### **a) Scavi**

Nell'esecuzione degli scavi l'appaltatore dovrà procedere in modo che i cigli siano diligentemente profilati, le scarpate raggiungano l'inclinazione prevista nel progetto o che sarà ritenuta necessaria e prescritta con ordine di servizio dalla Direzione dei Lavori allo scopo di impedire scoscendimenti, restando egli oltretutto totalmente responsabile di eventuali danni alle persone ed alle opere, altresì obbligato a provvedere a suo carico e spese alla rimozione delle materie estratte in caso di inadempienza delle disposizioni all'uopo impartitegli.

Quando negli scavi l'impresa avesse oltrepassato i limiti assegnati non si terrà conto del maggior lavoro eseguito, ma anzi l'Impresa dovrà a sue spese, rimettere in sito le materie scavate in più ed eseguire quei lavori di altro genere che per tale motivo si rendessero necessari per assicurare la regolare esecuzione e la buona riuscita delle opere.

Qualora per la qualità del terreno, per il genere dei lavori che si eseguiranno o per qualsiasi altro motivo, fosse necessario puntellare, sbadacchiare ed armare le pareti degli scavi, l'Impresa dovrà provvedere a sue spese, adottando tutte le precauzioni necessarie per impedire smottamenti e franamenti. L'Appaltatore dovrà sviluppare movimenti di materie con adeguati mezzi meccanici riconosciuti necessari allo scopo dalla Direzione dei lavori e con sufficiente mano d'opera in modo da dare gli scavi possibilmente completi a piena sezione in ciascun tratto iniziato; inoltre, dovrà aprire senza indugio i fossi e le cunette occorrenti, e comunque mantenere efficiente, a sua cura e spese, il deflusso delle acque anche con canali fognatori, ove necessari.

Tutti i materiali provenienti dagli scavi sono di proprietà dell'Amministrazione; l'Impresa potrà usufruire dei materiali stessi, sempre che vengano riconosciuti idonei dalla Direzione dei lavori, ma limitatamente ai quantitativi occorrenti per la esecuzione delle opere appaltate e per quelle categorie di lavoro di cui è previsto il prezzo in elenco con materiali di proprietà dell'Amministrazione.

Le materie provenienti dagli scavi per l'apertura della sede stradale, non utilizzabili perchè non ritenute idonee, a giudizio della Direzione Lavori, per la formazione dei rilevati o per altro impiego nei lavori, dovranno essere portate a rifiuto, fuori della sede stradale, depositandole su aree che l'appaltatore deve provvedere a sua cura e spese.

Le località per tali depositi a rifiuto dovranno essere scelte in modo che le materie depositate non arrechino danni ai lavori, od alle proprietà pubbliche e private, nonchè al libero deflusso delle acque pubbliche e private.

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

Prima di dare inizio ai lavori di preparazione del piano di posa della fondazione stradale in trincea, l'Impresa dovrà fare eseguire a propria cura e spese le prove di laboratorio necessarie a determinare la classe a cui appartiene il terreno secondo le norme per la classificazione dei terreni e delle miscele-terre-elementi lapidei per costruzioni stradali della *American Association of State Highway Officials* (AASHO Designation; M 145-49 settima edizione, anno 1955) ed eseguire le verifiche ed i lavori previsti nello specchio (Tabella A) allegato al comma seguente b).

In ogni caso l'impresa dovrà:

- 1) Eliminare totalmente le radici, le erbe, i limi e le argille contenenti materie organiche e microorganismi che sussistono nel piano di posa delle fondazioni.
- 2) Ove sia richiesta la stabilizzazione del terreno in quanto appartiene alle categorie A6 e A7 o comunque se l'indice di gruppo risulti superiore a 10, dovrà aggiungere e mescolare allo strato superficiale del terreno correttivi atti a realizzare per lo spessore prescritto, uno strato sufficientemente compatto ed impermeabile evitando rifluimenti di argilla negli strati superiori o affondamento di parte di questi. Tale strato dovrà essere costipato fino ad ottenere una densità pari al 95% della massima.

#### **b) Rilevati**

Per la formazione dei rilevati sarà impiegata sabbia proveniente dall'alveo o da depositi golenali di fiume od anche di altre provenienze purché aventi le caratteristiche indicate al comma e) del precedente Articolo 6. Tutti i materiali dovranno essere idonei alla formazione dei rilevati, escludendo assolutamente i terreni vegetativi, quelli con humus, radici, erbe, materie organiche e microorganismi viventi.

L'Impresa, prima di dare inizio ai lavori di costruzione dei rilevati, dovrà fare eseguire a propria cura e spese le prove di laboratorio necessarie a determinare la classe a cui appartengono.

La classifica dei terreni e dei materiali dovrà essere eseguita seguendo le norme per la classificazione dei terreni e delle miscele terre-elementi lapidei, già citate precedentemente, dalla AASHO (M 145-49, Edizione 1955).

I materiali sopra indicati per la formazione dei rilevati possono essere direttamente impiegati se appartengono ai gruppi A-1, A-2, e A-3 della classificazione AASHO mentre quelli appartenenti ai gruppi A-4, A-S5 A-6, A-7 dovranno essere debitamente corretti a cura e spese dell'Impresa in modo da renderli idonei, a giudizio della Direzione dei lavori, alla formazione del rilevato stesso.

Nel caso che la Direzione dei Lavori ordini l'impiego di materiali provenienti da cava di prestito l'Impresa potrà aprire le cave di prestito ovunque lo riterrà di sua convenienza, subordinatamente alle accennate idoneità delle materie, da Portare in rilevato ed al rispetto delle vigenti disposizioni di legge in materia di polizia mineraria, forestale e stradale, nonchè all'osservanza di eventuali disposizioni della Direzione dei Lavori.

Le dette cave di prestito da aprirsi a totale cura e spese dell'Impresa debbono essere coltivate in modo che, tanto durante l'esecuzione degli scavi quanto a scavo ultimato, non si abbiano a verificare ristagni di acque dannose per la salute pubblica.

Nella formazione e sistemazione del rilevato, verrà, in un primo tempo effettuata la rimozione del terreno vegetale sottostante l'intera area di appoggio del rilevato stesso e per una profondità di. cm 30. Detta profondità potrà anche essere maggiore qualora la Direzione dei lavori lo ritenga necessario e lo ordini; in questo ultimo caso lo scavo a profondità oltre i cm 30, verrà considerato e compensato come scavo di sbancamento per la bonifica del piano di posa del rilevato.

Il terreno rimosso dovrà essere trasportato alle discariche a cura e spese dell'Impresa, la quale potrà anche trattenere ed accatastare ai lati del rilevato il terreno coltivo necessario da impiegare in seguito nel rivestimento delle scarpate.

L'Impresa avrà inoltre l'obbligo di asportare, senza per questo pretendere alcun compenso, tutti i residui di terreno vegetale come radici, sterpi e tutti i materiali che possono comunque essere ritenuti dannosi alla buona riuscita del lavoro ed al perfetto assestamento del rilevato.

Effettuata la rimozione dello strato vegetale, nonchè la pulizia da materie estranee, come sopra indicato, si dovrà procedere alla preparazione del piano di posa del rilevato eseguendo tutte le verifiche, i lavori e le operazioni contemplate nell'allegato specchio (Tabella A).

Escluso lo scavo di sbancamento per bonifica del piano di posa del rilevato oltre la profondità di cm 30, (lavoro che verrà compensato a parte con relativo prezzo di elenco), tutti gli oneri relativi alle verifiche e ai lavori contemplati nell'allegato specchio, nonchè tutte le forniture, la miscelazione dei materiali di correzione e di stabilizzazione del terreno di posa sono compresi e compensati col prezzo di elenco relativo alla sistemazione in rilevato.

A seguito di quanto sopra prescritto si potrà dare inizio allo stendimento del materiale avente le caratteristiche prescritte precedentemente e secondo le norme appresso segnate.

La stesa verrà eseguita in strati dello spessore relativo al mezzo costipante usato e con la pendenza necessaria per permettere un rapido smaltimento delle acque piovane, ma mai superiore al 3%.

Lo stato del materiale impiegato per ogni strato verrà, occorrendo, corretto mediante inumidimento con acqua o mediante essiccamento, previa rimozione, in dipendenza alle prove di laboratorio. Il costipamento avverrà con passaggi di treni di rulli a piede di montone o a ruote gommate opportunamente sovraccaricati, oppure con rulli vibranti. I passaggi dei mezzi costipatori verranno alternati finchè sarà conferito ai singoli strati di terreno un valore della densità non inferiore al 95% della densità "Proctor-Modificato" stabilito in laboratorio su campioni di terreno ricostituito.

Quando i rilevati da eseguire restano addossati a declivi con pendenze trasversali superiori al 15%, la formazione del rilevato verrà preceduta, oltre che dall'asportazione del terreno vegetale per una profondità di cm 30 e dalla rimozione dei ceppi, radici, ecc., anche dalla gradonatura del pendio, con inclinazione inversa a quella del terreno.

La preparazione del piano di posa ed il compattamento a strati del rilevato saranno, anche in questo caso, effettuati come sopra detto. Nel riempimento di cavi, canali o buche poste entro l'area del terrapieno si dovranno osservare tutte le norme e prescrizioni, ricordate per la formazione e sistemazione del rilevato.



**TABELLA A****PARTE I****PREPARAZIONE DEL PIANO DI POSA DEI RILEVATI**

previsioni	descrizione
Verifiche che dovranno essere eseguite prima di procedere alla posa dei rilevati	1) Determinazione del rapporto fra la densità in sito e la densità max determinata in laboratorio 2) Determinazione dell'umidità percentuale del terreno in sito per assicurarsi che tale umidità sia inferiore al limite del ritiro per almeno 50 cm. 3) Determinazione dell'altezza massima delle acque sotterranee.
Lavori che dovranno essere predisposti ed eseguiti in relazione ai risultati delle verifiche	A) Se il rapporto è inferiore al valore richiesto in percentuale riferita al max, si dovrà riportare a tale rapporto la consistenza del terreno mediante compattamento. B) Se l'umidità è superiore al limite di ritiro, si dovrà rimuovere il terreno per asciugarlo aggiungendo eventualmente terreno asciutto. C) Se le acque sotterranee salgono a meno di 60 cm dal piano di posa si dovranno effettuare i lavori necessari per abbassare la falda o quanto meno diminuire l'altezza di ascensione capillare modificando la composizione del terreno.
Casi che si possono presentare per la formazione del corpo stradale	1. Il terreno debba sopportare direttamente la fondazione od un rilevato di altezza inferiore a m 0,50. 2. Il terreno debba sopportare un rilevato di altezza compreso fra m 0,50 e m 3,00. 3. Il terreno debba sopportare un rilevato di altezza superiore a m 3,00.

**TABELLA A****PARTE II****PREPARAZIONE DEL PIANO DI POSA DEI RILEVATI**

CLASSIFICA TERRENI	CASI	VERIFICHE	LAVORI
Terre sabbiose (A-1, A-2, A-3)	I.	1	A fino al 95% per cm 30
		2	B
	II.	1	A fino al 85% per cm. 20
		2	B
	III.	1	A fino al 85% per cm. 10
Terre limose (A.4, A-5)	I.	1	A fino al 95% per cm. 30
		2	B
		3	C
	II.	1	A fino al 95% per cm. 20
		2	B
	III.	1	A fino al 95% per cm. 10
Terre argillose (A-6, A7)	I.	Stabilizzazione del terreno per cm 30	
	II – III.	Stabilizzazione del terreno per cm 20	
Terre torbose (A-8)	I.	Sostituzione del terreno con sabbia per uno spessore tale da garantire adatta ripartizione del carico.	
	II.		
	III.		

Per il riempimento dei vani lasciati fra un terrapieno già costruito e le murature dei manufatti o dei muri di sostegno, verrà impiegato lo stesso materiale del rilevato e posto in opera con particolare cura in strati successivi (circa 30 cm) e costipato perfettamente fino ad ottenere il 95% di densità come sopra indicato. Le scarpate dovranno essere rivestite di terra per lo spessore che verrà stabilito dalla Direzione dei Lavori. In ogni caso nella costruzione del rilevato l'Impresa terrà conto che le scarpate dovranno venire rivestite in terra vegetale (zolle) per uno spessore almeno di cm 20.

Il terreno potrà provenire sia dallo scoticamento effettuato inizialmente per la preparazione del piano di appoggio del rilevato, che da altre zone, purché possieda tutte le caratteristiche fisiche e chimiche tali da assicurare l'attecchimento e lo sviluppo delle erbe da prato.

A lavoro ultimato la sagoma e le livellette del rilevato dovranno risultare conformi ai disegni e alle quote stabilite dal progetto.

#### **ART. 5**

#### **RILEVATI E RINTERRI ADDOSSATI ALLE MURATURE E RIEMPIMENTI CON PIETrame**

Per rilevati e rinterri da addossarsi alle murature dei manufatti o di altre opere qualsiasi si dovranno sempre impiegare materie sciolte, silicee o ghiaiose. 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 perchè la, loro esecuzione proceda per strati orizzontali di eguale altezza da tutte le parti, 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 potessero derivare da un carico male distribuito.

Le materie trasportate in rilevato o rinterro con vagoni o carretti 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 larghezza e, secondo le prescrizioni che verranno indicate dalla Direzione Lavori. E' vietato di 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'appaltatore.

I riempimenti di pietrame a secco per drenaggi, fognature, vespai, banchettoni di consolidamento e simili. dovranno essere formati con pietre da collocarsi in opera ben costipate, al fine di evitare cedimenti per effetto dei carichi superiori.

Per i drenaggi o fognature si dovranno scegliere le pietre più grosse e regolari e 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 e drenaggi.

#### **ART. 6**

#### **SCAVI DI SBANCAMENTO**

Per scavi di sbancamento o tagli a sezione aperta si intendono quelli praticati al disopra del piano orizzontale, passante per il punto più depresso del terreno naturale o per il punto più depresso delle trincee o splateamenti, precedentemente eseguiti ed aperti almeno da un lato. Rientrano nella categoria degli scavi di sbancamento così generalmente definiti non soltanto, come è ovvio, quelli necessari per la formazione del corpo stradale di cui al precedente articolo 5, e quelli, cosiddetti di splateamento ma altresì quelli per allargamenti di trincee, tagli di scarpate di rilevati per costruirvi opere di sostegno, scavi per incassature di opere d'arte (spalle di ponti, spallette di briglie, ecc.) eseguiti superiormente al

piano orizzontale determinato come sopra, considerandosi come piano naturale anche l'alveo dei torrenti o fiumi, ed inoltre per la formazione del cassonetto e lo scavo delle cunette e dei fossi di guardia.

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, indicando nell'elenco dei medesimi la destinazione dello scavo di sbancamento da eseguire e stabilendo prezzi diversi a seconda delle diverse destinazioni, semprechè ciò si ritenga necessario.

Quando l'intero scavo debba risultare aperto su di un lato (caso di un canale fугatore) e non venga ordinato lo scavo a tratti, il punto più depresso è quello terminale.

## **ART.7 SCAVI DI FONDAZIONE**

Per scavi di fondazione in generale si intendono quelli ricadenti al di sotto del piano orizzontale di cui all'art. prece dente, chiusi fra le pareti verticali riproducenti il perimetro delle fondazioni 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'Appaltatore motivo di fare eccezioni o domande di speciali compensi, avendo egli soltanto diritto al pagamento del lavoro eseguito coi prezzi contrattuali stabiliti per le varie profondità da raggiungere. E' vietato all'Appaltatore, 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 formazione 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 della esecuzione delle murature con riseghe in fondazione.

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

Qualora gli scavi si debbano eseguire in presenza di acqua l'Appaltatore dovrà provvedere a propria cura e spese, se richiesto dalla Direzione dei lavori, all'esaurimento dell'acqua stessa coi mezzi che saranno ritenuti più opportuni.

L'Appaltatore dovrà provvedere, a sua cura, spesa ed iniziativa alle suddette assicurazioni, armature, puntellature e sbadacchiature, nelle quantità e robustezza che per qualità delle materie da scavare siano richieste, adottando anche tutte le altre precauzioni che fossero ulteriormente riconosciute necessarie, senza rifiutarsi per nessun pretesto di ottemperare alle prescrizioni che al riguardo, per garantire la sicurezza delle cose e delle persone, gli venissero impartite dalla Direzione dei lavori. Il legname impiegato a tale scopo, semprechè non si tratti di armature formanti parte integrante dell'opera, da restare quindi in posto in proprietà dell'Amministrazione, resterà di proprietà dell'Impresa, che potrà perciò recuperarlo ad opera compiuta. Nessun compenso spetta all'Impresa se, per qualsiasi ragione, tale ricupero possa risultare soltanto parziale, od anche totalmente negativo.

Gli scavi subacquei saranno invece pagati col relativo prezzo di elenco, nel quale sono compresi tutti gli occorrenti aggotamenti od esaurimenti di acqua con qualsiasi mezzo siano eseguiti o si ritenga opportuno eseguirli.

L'Impresa sarà però tenuta ad evitare il recapito entro i cavi di fondazione di acque che porterebbero a suo carico la spesa per i necessari aggettamenti. (In questo articolo possono trovare sede le norme e prescrizioni relative a tutti i tipi e metodi di fondazione particolari che possano richiedersi per l'esecuzione di opere d'arte, ponti, ecc., ossia fondazioni con uso di paratie, casseri in legno e metallo, cassoni autofondati in legno, cemento armato, metallo, fondazioni ad aria compressa, su palificate in legname, cemento armato, ecc.).

## **ART. 8 PRECAUZIONI PER L'USO DELLE MINE**

Per le mine che occorressero nella esecuzione degli scavi, tanto all'aperto che in galleria, l'Appaltatore deve osservare tutte le prescrizioni delle Leggi e regolamenti in vigore.

Oltre a ciò, l'Appaltatore è in obbligo di prendere tutte le precauzioni necessarie ad evitare alle persone ed alle cose danno, delle cui conseguenze egli è sempre e in ogni caso unico responsabile. Le mine che dovessero praticarsi in vicinanze delle strade e dei luoghi abitati devono essere riparate con fascine o legnami in modo da impedire che le materie lanciate a distanza abbiano a recare danni di qualsiasi specie.

Al momento dell'accensione, i passanti debbono essere fermati ad una distanza conveniente in relazione all'entità della mina, da guardiani muniti di bandiere o segnali rossi e prima dell'accensione deve essere dato ripetuto avviso acustico, attendendo per incominciare l'operazione che si sia accertato che tutte le persone e gli operai siano posti al sicuro.

Qualora si ritenesse che gli abitanti in vicinanza dei lavori non si trovassero in condizioni di sufficiente sicurezza contro pericoli delle mine, saranno fatti sgomberare in tempo utile o difesi con opportune palizzate o steconati di riparo, tutto a spese dell'Appaltatore sempre sotto la sua responsabilità.

## **ART. 9 MALTE E CONGLOMERATI**

I quantitativi dei diversi materiali da impiegare per la composizione delle malte e dei conglomerati dovranno corrispondere alle seguenti proporzioni:

- |                                       |           |
|---------------------------------------|-----------|
| 1) Malta cementizia                   |           |
| cemento                               | q.li 3,50 |
| sabbia                                | mc 1,00   |
| 2) Malta cementizia                   |           |
| cemento                               | q.li 5,00 |
| sabbia                                | mc 1,00   |
| 3) Conglomerato cementizio classe 150 |           |
| dosatura minima cemento tipo 325      | q.li 1,50 |
| sabbia                                | mc 0,400  |
| pietrisco o ghiaia                    | mc 0,800  |
| 4) Conglomerato cementizio classe 200 |           |
| dosatura minima cemento tipo 325      | q.li 2,00 |
| sabbia                                | mc 0,400  |
| pietrisco o ghiaia                    | mc 0,800  |
| 5) Conglomerato cementizio classe 250 |           |
| dosatura minima cemento tipo 325      | q.li 2,50 |
| sabbia                                | mc 0,400  |
| pietrisco o ghiaia                    | mc 0,800  |
| 6) Conglomerato cementizio classe 300 |           |
| dosatura minima cemento tipo 425      | q.li 3,00 |
| sabbia                                | mc 0,400  |
| pietrisco o ghiaia                    | mc 0,800  |

Quando la Direzione dei lavori ritenesse di variare tali proporzioni, l'Appaltatore sarà obbligato ad uniformarsi alle prescrizioni della medesima, salvo le conseguenti variazioni di prezzo in base alla nuove

proporzioni previste.

I materiali, le malte ed i conglomerati, esclusi quelli forniti in sacchi di peso determinato, dovranno ad ogni impasto essere misurati con apposite casse della capacità prescritta dalla Direzione Lavori e che l'Appaltatore sarà in obbligo di provvedere e mantenere a sue spese costantemente su tutti i piazzali ove verrà effettuata la manipolazione.

La calce spenta in pasta non dovrà essere misurata in fette come viene estratta con badile dal calcinaio, bensì dopo essere stata rimescolata e ricondotta ad una pasta omogenea consistente e bene unita. L'impasto dei materiali dovrà essere fatto a braccia d'uomo, sopra aree convenientemente pavimentate, oppure a mezzo di macchine impastatrici o mescolatrici.

Gli ingredienti 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. Nella composizione di calcestruzzo con malte di calce comune od idraulica, si formerà prima l'impasto della malta con le proporzioni prescritte, impiegando la minore quantità di acqua possibile, poi si distribuirà la malta sulla ghiaia o pietrisco e si mescolerà il tutto fino a che ogni elemento sia per risultare uniformemente distribuito nella massa ed avvolto di malta per tutta la superficie.

Per i conglomerati cementizi semplici o armati gli impasti dovranno essere eseguiti in conformità delle prescrizioni contenute nella Legge 5.11.1971 n. 1086 e nel D.M. 30.5.1974, nonché delle nuove norme che potranno entrare in vigore successivamente alla data del presente Capitolato con la facoltà di abrogare le precedenti.

Quando sia previsto l'impiego di acciai speciali sagomati ad alto limite elastico deve essere prescritto lo studio preventivo della composizione del conglomerato con esperienze di Laboratorio sulla granulometria degli inerti e sul dosaggio di cemento per unità di volume del getto.

Il quantitativo d'acqua deve essere il minimo necessario compatibile con una sufficiente lavorabilità del getto e comunque non superiore alla 0.4 in peso del cemento, essendo inclusa in detto rapporto l'acqua unita agli inerti, il cui quantitativo deve essere periodicamente controllato in cantiere.

I getti debbono essere convenientemente vibrati. Durante i lavori debbono eseguirsi frequenti controlli della granulometria degli inerti, mentre la resistenza del conglomerato deve essere comprovata da frequenti prove a compressione su cubetti prima e durante i getti secondo la classe prescelta.

Gli impasti, sia di malta che di conglomerato, dovranno essere preparati solamente nella quantità necessaria, per l'impiego immediato, cioè dovranno essere preparati volta per volta e per quanto è possibile in vicinanza del lavoro.

I residui d'impasti che non avessero, per qualsiasi ragione, immediato impiego dovranno essere gettati a rifiuto, ad eccezione di quelle di malta formati con calce comune, che potranno essere utilizzati però nella sola stessa giornata del loro confezionamento.

## **ART. 10**

### **MURATURA DI PIETREME CON MALTA**

La muratura ordinaria di pietrame con malta dovrà essere eseguita con scapoli di cava non inferiori a cm 25 in senso orizzontale, a cm 20 in senso verticale e a cm 25 in profondità. La Direzione Lavori potrà permettere l'impiego di grossi ciottoli di torrente, purché convenientemente spaccati in modo da evitare superfici tondeggianti. Le pietre, prima del collocamento in opera, dovranno essere diligentemente ripulite, e ove occorra, a giudizio della Direzione Lavori, lavate. Nella costruzione la muratura deve essere eseguita a corsi piani estesi a tutta la grossezza del muro saldando pietre col martello inzeppandole diligentemente con scaglie, abbondante malta, sicché ogni pietra resti avvolta dalla malta e non rimanga alcun vano od interstizio.

Tanto nel caso in cui le facce viste della muratura non debbano a vere alcuna speciale lavorazione, quanto nel caso delle facce contro terra, verranno impiegate per le medesime, pietre delle maggiori dimensioni possibili con le facce esterne piane e regolari, disponendole di punta per il miglior collegamento con la parte interna del muro. I muri si eleveranno a strati orizzontali (da 20 a 30 centimetri di altezza), disponendo le pietre in modo da evitare la corrispondenza delle connessioni verticali fra due corsi orizzontali consecutivi.

Il nucleo della muratura di pietrame deve essere sempre costruito contemporaneamente agli speciali rivestimenti esterni che fossero ordinati. Le cinture ed i corsi di spianamento da intercalarsi a conveniente altezza nella muratura ordinaria di pietrame devono essere costruiti con scelti scapoli di cava lavorati alla grossa punta, riquadrati e spianati non solo nelle facce viste ma altresì nelle facce di posa e di combaciamento ovvero essere formati con mattoni o con strati di calcestruzzo di cemento.

A richiesta della Direzione dei Lavori si dovranno eseguire senza compenso alcuno anche opportune feritoie regolari e regolarmente disposte anche in più ordini per lo scolo delle acque.

## **ART. 11**

### **PARAMENTI PER LE MURATURE DI PIETRAMA**

Per le facce viste dei muri di sostegno secondo gli ordini de Direzione dei Lavori potrà essere prescritta la esecuzione delle seguenti speciali lavorazioni:

- a) con pietra rasa e testa scoperta (ad opera incerta);
- b) a mosaico greggio;
- c) con pietra squadrata a corsi pressoché regolari;
- d) con pietra squadrata a corsi regolari.

Nel paramento con pietra rasa e testa scoperta (ad opera incerta) il pietrame dovrà essere scelto diligentemente fra il migliore e la sua faccia vista dovrà essere ridotta col martello a superficie approssimativamente piana; le pareti esterne dei muri dovranno risultare bene allineate e non presentare alla prova del regolo rientranze maggiori di 25 mm. Le facce di posa e combaciamento delle pietre dovranno essere spianate ed adattate col martello in modo che il contatto dei pezzi avvenga in tutti i giunti per una rientranza non minore di cm 10. La rientranza totale delle pietre di paramento non dovrà essere mai minore di cm 25 e nelle connessure esterne dovrà essere ridotto al minimo possibile l'uso delle scaglie.

Nel paramento a mosaico greggio la faccia vista dei singoli pezzi dovrà essere ridotta col martello e la grossa punta a superficie perfettamente piana ed a figura poligonale, ed i singoli pezzi dovranno combaciare fra loro regolarmente restando vietato l'uso delle scaglie. In tutto il resto si seguiranno le norme indicate per il paramento a pietra rasa.

Nel paramento a corsi pressoché regolari il pietrame dovrà essere ridotto a conci piani e squadriati, sia con martello che con la grossa punta. con le facce di posa parallele fra loro e quelle di combaciamento normali a quelle di posa. I conci saranno posti in opera a corsi orizzontali di altezza che può variare da corso a corso, e potrà non essere costante per l'intero filare. Nelle superfici esterne dei muri saranno tollerate alla prova del regolo rientranze o sporgenze non maggiori di 15 mm. Nel paramento a corsi regolari i conci dovranno essere resi perfettamente piani e squadriati con la faccia vista rettangolarmente lavorata a grana ordinaria; essi dovranno avere la stessa altezza per tutta la lunghezza del medesimo corso, e qualora i vari corsi non avessero eguali altezze, questa dovrà essere disposta in ordine decrescente dai corsi inferiori ai corsi superiori, con differenza però fra due corsi successivi non maggiore di cm 5.

La Direzione Lavori potrà anche prescrivere l'altezza dei singoli corsi ed ove nella stessa superficie di paramento venissero impiegati conci di pietra da taglio per rivestimento di alcune parti, i filari del paramento a corsi regolari dovranno essere in perfetta corrispondenza con quelli della pietra da taglio. Tanto nel paramento a corsi pressoché regolari quanto in quello a corsi regolari, non sarà tollerato l'impiego di scaglie nella facciata esterna; il combaciamento dei corsi dovrà avvenire per almeno due terzi della loro rientranza nelle facce di posa e non potrà essere mai minore di cm. 15 nei giunti verticali.

La rientranza dei singoli pezzi non sarà mai minore della loro altezza, né inferiore a cm 30; l'altezza minima dei corsi non dovrà essere mai minore di cm. 20.

In entrambi i paramenti a corsi lo spostamento di due giunti verticali consecutivi non dovrà essere minore di cm 10 e le connessure avranno larghezza non maggiore di un centimetro.

Per le murature con malta, quando questa avrà fatto convenientemente presa, le connessure delle facce di paramento dovranno essere accuratamente stuccate.

In tutte le specie di paramenti la stuccatura dovrà essere fatta raschiando preventivamente le connessure fino a conveniente profondità per spurgarle dalla malta, dalla polvere da qualunque altra materia estranea. lavandole a grande acqua e riempiendo quindi le connessure stesse con nuova malta della qualità prescritta, curando che questa penetri ben dentro, comprimendola e lisciandola con apposito ferro, in modo che il contorno dei conci sulle fronti del paramento, a lavoro finito, si disegni nettamente e senza

sbavatura.

Il nucleo della muratura dovrà essere costruito sempre contemporaneamente ai rivestimenti esterni.

Riguardo al magistero ed alla lavorazione della faccia vista in generale, ferme restando le prescrizioni suindicate, viene stabilito che, ove l'Amministrazione non abbia provveduto direttamente prima della gara di appalto, l'Appaltatore è obbligato a preparare a proprie cure e spese i campioni delle diverse lavorazioni per sottoporli all'approvazione del Direttore dei Lavori, al quale spetta esclusivamente giudicare se esse corrispondono alle prescrizioni del presente articolo.

Senza tale approvazione l'Appaltatore non può dar mano alla esecuzione dei paramenti delle murature di pietrame.

A distanze orizzontali di m. 2.00 e sfalsate verticali di m. 1.00 verranno eseguite delle opportune feritoie per lo scarico delle acque freatiche dei terreni argillosi o comunque spingenti.

A richiesta della Direzione dei Lavori si dovranno eseguire senza compenso alcuno anche opportune feritoie regolari e regolarmente disposte anche in più ordini, per lo scolo delle acque.

## **ART. 12 MURATURA DI MATTONI**

I mattoni all'atto del loro impiego dovranno essere abbondantemente bagnati sino a sufficiente saturazione per immersione prolungata e mai per aspersione.

Essi dovranno mettersi in opera con le connessure alternate in corsi ben regolari e normali alla superficie esterna, saranno posati sopra uno strato di malta e premuti sopra di esso in modo che la malta rimonti all'ignaro e riempia tutte le connessure.

La larghezza delle connessure non dovrà essere maggiore di otto né minore di cinque millimetri.

I giunti non verranno rabboccati durante la costruzione per dare maggiore presa all'intonaco ed alla stuccatura col ferro. Le malte da impiegarsi nelle murature a mattoni dovranno essere passate al setaccio, per evitare che i giunti fra i mattoni riescano superiori ai limiti di tolleranza fissati.

Le murature di rivestimento saranno fatte a ricorsi bene allineati e collegantisi a morsa con la parte interna. Se la muratura dovesse eseguirsi a paramento visto (cortina) si dovrà avere cura di scegliere per le facce esterne i mattoni di migliore cottura, meglio formati e di colore più uniforme, disponendoli con perfetta regolarità e ricorrenza nelle connessure orizzontali, alterando con precisione i giunti verticali.

In questo genere di paramento le connessure di faccia vista non dovranno avere grossezza maggiore di mm. 5, e, previa loro raschiatura e pulitura, dovranno essere profilate con malta idraulica o di cemento, diligentemente compresse e lisciate con apposito ferro, senza sbavature. Le sordine, gli archi, le piattabande e le volte dovranno essere costruite in modo tale che i mattoni siano sempre disposti in direzione normale alla curva di intradosso tracciata sopra la centinatura e le connessure dei giunti non dovranno mai eccedere la larghezza di 5 mm all'intradosso e mm. 10 all'estradosso.

## **ART. 13 MURATURE MISTE**

La muratura mista è formata in conglomerato cementizio e pietrame. Il conglomerato cementizio formerà la parte interna del manufatto mentre la muratura di pietrame sarà disposta solo nella faccia vista.

Il calcestruzzo della parte interna avrà la composizione prescritta dalla Direzione dei Lavori la quale stabilirà anche il tipo di muratura di pietrame in faccia vista, a mosaico ad opera in certa oppure con bolognini a corsi regolari.

## **ART. 14 MURATURE IN PIETRA DA TAGLIO**

La pietra da taglio nelle costruzioni delle diverse opere dovrà presentare la forma e le dimensioni di progetto, ed essere lavorata, a norma delle prescrizioni che verranno impartite dalla Direzione Lavori all'atto dell'esecuzione, nei seguenti modi:

- a) a grana grossa;
- b) a grana ordinaria;
- c) a grana mezzo fina;
- d) a grana fina.

Per pietra da taglio a grana grossa si intenderà quella lavorata semplicemente con la grossa punta senza

fare uso della martellina per lavorare le facce viste, né dello scalpello per ricavarne gli spigoli netti.

Verrà considerata come pietra da taglio a grana ordinaria quella le cui facce viste saranno lavorate con la martellina a denti larghi. La pietra da taglio si intenderà infine lavorata a grana mezzo fina e a grana fina, secondo che le facce predette saranno lavorate con la martellina a denti mezzani o a denti finissimi.

In tutte le lavorazioni, esclusa quella a grana grossa, le facce esterne di ciascun concio della pietra da taglio dovranno avere spigoli vivi e ben cesellati per modo che le connessioni fra concio e concio non eccedano la larghezza di 5 mm per la pietra a grana ordinaria e di 3 mm per le altre.

Prima di iniziare i lavori, qualora l'Amministrazione non abbia già provveduto in proposito ed in precedenza dell'appalto, l'Appaltatore dovrà preparare a sue spese i campioni dei vari generi di lavorazione della pietra da taglio e sottoporli per l'approvazione alla Direzione Lavori, alla quale esclusivamente spetterà giudicare se essi corrispondono alle prescrizioni.

Qualunque sia il genere di lavorazione delle facce viste, i letti di posa e le facce di combaciamento dovranno essere ridotti a perfetto piano e lavorati a grana fina. Non saranno tollerate né smussature agli spigoli, né cavità nelle facce, né mastichature o rattoppi. La pietra da taglio che presentasse tali difetti verrà rifiutata, e l'Appaltatore sarà in obbligo di farne l'immediata surrogazione anche se le scheggiature od ammanchi si verificassero sia al momento della posa in opera, sia dopo e sino al collaudo. Le forme e dimensioni di ciascun concio in pietra da taglio dovranno essere perfettamente conformi all'Appaltatore, od alle istruzioni che all'atto dell'esecuzione fossero eventualmente date dalla Direzione Lavori. Inoltre ogni concio dovrà essere sempre lavorato in modo da potersi collocare in opera, secondo gli originali letti di cava. Per la posa in opera si potrà fare uso di zeppe volanti, da togliere però immediatamente quando la malta rifluisce nel contorno della pietra battuta a mazzuolo sino a prendere la posizione voluta.

La pietra da taglio dovrà essere messa in opera con malta idraulica o di cemento, secondo le prescrizioni del presente Capitolato Speciale d'Appalto e, ove occorra, i diversi conci dovranno essere collegati con grappe od arpioni di rame saldamente suggellati entro apposite incassature praticate nei conci medesimi.

Le connessioni delle facce viste dovranno essere profilate con cemento a lenta presa, diligentemente compresso e lisciato mediante apposito ferro.

A richiesta della Direzione dei Lavori si dovranno eseguire senza compenso alcuno anche opportune feritoie regolari e regolarmente disposte anche in più ordini per lo scolo delle acque.

## **ART. 15**

### **MURATURE DI GETTO O CALCESTRUZZO**

Il calcestruzzo da impiegarsi nelle fondazioni delle opere d'arte o in elevazione, o per qualsiasi altro lavoro sarà composto nelle proporzioni indicate nel presente Capitolato e che potranno essere meglio precisate dalla Direzione Lavori.

Il cls sarà messo in opera appena confezionato e disposto a strati orizzontali dell'altezza da 20 a 30 cm. 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 nella sua massa.

Nella esecuzione delle opere in conglomerato cementizio con pietrame affogato cosiddetto monoblocco, le pietre prima del collocamento in opera dovranno essere diligentemente ripulite e, ove occorra a giudizio della Direzione dei Lavori, lavate e comunque poste in opera con la superficie umida.

Quando il calcestruzzo sia gettato sott'acqua, si dovranno impiegare tramogge, casse apribili o quegli altri mezzi di immersione che la Direzione dei lavori prescriverà, ed usare la diligenza necessaria ad impedire che, nel passare attraverso all'acqua il calcestruzzo si dilavi e perda, sia pur minimamente, della sua energia. Finito il getto e spianata con ogni diligenza la superficie superiore, il calcestruzzo dovrà essere lasciato assodare per tutto il tempo che la Direzione dei Lavori riterrà necessario per reggere la pressione che il calcestruzzo dovrà sopportare.

Quando il calcestruzzo sarà impiegato in rivestimenti di scarpate, si dovrà aver cura di coprirlo con uno strato di sabbia di almeno 10 cm e di bagnarlo di frequente e con abbondanza per impedire il troppo rapido prosciugamento.

E' vietato assolutamente l'impiego di calcestruzzi che non si potessero mettere in opera immediatamente dopo la loro preparazione; quelli che per qualsiasi motivo non avessero impiego immediato dopo la loro preparazione debbono senz'altro essere gettati a rifiuto. A richiesta della Direzione dei Lavori si dovranno eseguire senza compenso alcuno anche opportune feritoie regolari e regolarmente disposte anche in più



ordini per lo scolo delle acque.

## **ART. 16**

### **OPERE IN CEMENTO ARMATO E C.A.P.**

Oltre a richiamare quanto è stato prescritto con il precedente art. 15 per l'esecuzione di opere in cemento armato, l'Impresa dovrà attenersi strettamente a tutte le norme di seguito riportate.

#### **Strutture**

- **Legge 5.11.1971 n. 1086:** “Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”
- **Legge 02.02.1974:** “Provvedimenti per le costruzioni in zone sismiche”;
- **D.M. 14.01.2008:** “Norme Tecniche per le Costruzioni”;
- **C.C.S.LL.PP. 02.02.2009 n.617:** “Istruzione per l'applicazione delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008”.

#### **Materiali**

- **UNI EN 206/1 Ottobre 2001:** “Calcestruzzi, specificazione, produzione e conformità” ;
- **UNI 11104 Marzo 2004:** “Calcestruzzo. Specificazione, prestazione, produzione e conformità. Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1”;
- **Consiglio Sup. dei LL.PP. – Servizio Tecnico Centrale:** “Linee guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive”.

#### **Normativa sismica**

- **Legge 02.02.1974:** “Provvedimenti per le costruzioni in zone sismiche”;
- **D.M. 14.01.2008:** “Norme Tecniche per le Costruzioni”;
- **C.C.S.LL.PP. 02.02.2009 n.617:** “Istruzione per l'applicazione delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008”;
- **Ordinanza n°3274 del 20/03/2003** della Presidenza del Consiglio dei Ministri (pubbl. G.U. n°105 del 08/05/2003) “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica” e relativi aggiornamenti secondo O.P.C.M. n°3431 del 3-05-2005 e secondo O.P.C.M. n°3452 dell'1-08-2005;

#### **e da quelle che potranno essere successivamente emanate.**

L'Impresa dovrà inoltre attenersi alle seguenti indicazioni se non siano in contrasto con le normative di legge citate.

Tutte le opere in cemento armato saranno eseguite in base ai calcoli di stabilità, che (accompagnati dai disegni esecutivi), l'Impresa, se richiesto dal Capitolato d'Appalto dovrà presentare alla Direzione dei Lavori entro il termine prescritto.

L'esame e verifica, da parte della Direzione dei Lavori dei progetti delle varie strutture in cemento armato non esonera in alcun modo l'Impresa dalle responsabilità ad essa derivanti per legge e per le precise pattuizioni del contratto, restando contrattualmente stabilito che, malgrado i controlli di ogni genere eseguiti dalla Direzione dei Lavori nell'esclusivo interesse dell'Amministrazione, essa Impresa rimane unica e completa responsabile delle opere, sia per quanto ha rapporto con la progettazione che per la loro esecuzione; di conseguenza l'Impresa dovrà rispondere degli inconvenienti che avessero a verificarsi, di qualunque natura, importanza e conseguenza potranno risultare.

Dal giornale lavori del cantiere tenuto dall'Impresa dovrà risultare la data di inizio e la fine dei getti e del disarmo. Se il getto dovesse essere effettuato durante la stagione invernale l'Impresa dovrà tenere registrati giornalmente i minimi di temperatura desunti da un apposito termometro esposto nello stesso cantiere di lavoro:

I casseri occorrenti per le opere di getto debbono essere sufficientemente robusti da resistere senza deformarsi alla spinta laterale dei calcestruzzi durante la pigiatura.

Quando sia ritenuto necessario, i conglomerati potranno essere vibrati con adatti mezzi. I conglomerati con cemento ad alta resistenza è opportuno che vengano vibrati. La vibrazione deve essere fatta per strati di conglomerato dello spessore che verrà indicato dalla Direzione dei Lavori e comunque non superiore a cm. 15 ed ogni strato non dovrà essere vibrato oltre un'ora dopo il sottostante. I mezzi da usarsi per la vibrazione potranno essere interni (pervibratori a lamiera o ad ago) ovvero esterni da applicarsi alla superficie esterna del getto o alle casseforme. I pervibratori sono in genere più efficaci, si deve però evitare che essi provochino spostamenti nelle armature.

La vibrazione superficiale è di regola applicata alle solette di piccolo e medio spessore (massimo cm 20).

Quando sia necessario vibrare la cassaforma è consigliabile fissare rigidamente il vibratore alla cassaforma stessa che deve essere opportunamente rinforzata. Sono da consigliarsi vibratorii a frequenza elevata (da 4.000 a 12.000 cicli al minuto ed anche più).

I pervibratori vengono immersi nel getto e ritirati lentamente in modo da evitare la formazione dei vuoti: nei due percorsi si potrà avere una velocità media di 8-10 cm/sec. Lo spessore del singolo strato dipende dalla potenza del vibratore e dalla dimensione dell'utensile.

Il raggio di azione viene rilevato sperimentalmente caso per caso e quindi i punti di attacco vengono distanziati in modo che l'intera massa risulti lavorata in maniera omogenea (distanza media cm 50). Si dovrà mettere particolare cura per evitare la segregazione del conglomerato; per questo esso dovrà essere asciutto con la consistenza di terra umida debolmente plastica.

La granulometria dovrà essere studiata anche in relazione alla vibrazione; con malta in eccesso si ha sedimentazione degli inerti in strati di diversa pezzatura, con malta in difetto si ha precipitazione della malta e vuoti negli strati superiori.

La vibrazione non deve prolungarsi troppo, di regola viene sospesa quando appare in superficie un lieve strato di malta omogenea ricca di acqua. Di mano in mano che una parte del lavoro è finita, la superficie deve essere periodicamente innaffiata affinché la presa avvenga in modo uniforme e, quando occorre, anche coperta con sabbia o terra mantenuta umida per proteggere l'opera da variazioni troppo rapide di temperatura.

Le riprese debbono essere, per quanto possibile evitate.

Quando siano veramente inevitabili, si deve umettare bene la superficie del conglomerato eseguito precedentemente se questo è ancora fresco; dove la presa sia iniziata o fatta si deve raschiare la superficie stessa e prima di versare il nuovo conglomerato, applicare un sottile strato di malta di cemento e sabbia nelle proporzioni che, a seconda della natura dell'opera, saranno di volta in volta giudicate necessarie dalla Direzione dei Lavori, in modo da assicurare un buon collegamento dell'impasto nuovo col vecchio.

Si deve fare anche la lavatura se la ripresa non è di fresca data. In tutti i casi il conglomerato deve essere posto in opera per strati disposti normalmente agli sforzi dai quali la massa muraria di calcestruzzo è sollecitata. Quando l'opera venga costruita per tratti o segmenti successivi, ciascuno di essi deve inoltre essere formato e disposto in guisa che le superfici di contatto siano normali alla direzione degli sforzi a cui la massa muraria, costituita dai tratti o segmenti stessi, è assoggettata.

Le pareti dei casseri di contenimento del conglomerato di getto possono essere tolte solo quando il conglomerato abbia raggiunto sufficiente grado di maturazione da garantire che la solidità dell'opera non abbia per tale operazione a soffrirne neanche minimamente ci si atterrà sempre a quanto disposto dalle Normative citate.

Tutte le forniture di acciai sottoposti a controlli in stabilimento possono essere accettate senza ulteriori controlli se accompagnate da un certificato di un laboratorio ufficiale riferentesi al tipo di armatura di cui trattasi e se munite di un sigillo sulle legature con marchio del produttore.

La data del certificato deve essere non anteriore di 3 mesi a quella di spedizione.

Limitatamente alla resistenza a fatica e al rilassamento il certificato è valido se ha data non anteriore di un anno alla data di spedizione.

Qualunque sia l'importanza delle opere da eseguire in cemento armato all'Appaltatore spetta sempre la completa ed unica responsabilità della loro regolare ed esatta esecuzione in conformità del progetto appaltato e dei tipi esecutivi che gli saranno consegnati mediante ordini di servizio della Direzione dei lavori in corso di appalto e prima dell'inizio delle costruzioni.

L'Appaltatore dovrà perciò avere sempre a disposizione per la condotta effettiva dei lavori, un ingegnere competente per lavori in cemento armato, il quale risiederà sul posto per tutta la durata di essi.

Detto ingegnere, qualora non sia lo stesso assuntore, dovrà però al pari di questo essere munito del certificato di idoneità a norma di quanto prescritto nel citato Capitolato Generale per gli appalti dei Lavori Pubblici e nella parte II, n° 3 del R.D. sopra indicato (l'accennata responsabilità verrà invece lasciata piena completa all'Impresa, anche per ciò che concerne forma, dimensioni e risultanze di calcoli, quando si tratti di appalti nei quali venga ammessa la presentazione in sede esecutiva di tipi di opere speciali o brevettate tanto nell'insieme quanto soltanto nei dettagli o comunque permettano, da parte dell'Amministrazione suoi organi tecnici, da eseguire soltanto confronti economici e tecnici di massima, per la loro accettazione, ma non già controlli tecnici rigorosi. Le stesse norme e riserve sopra accennate valgono per i ponti in ferro, acciaio e simili, eventualmente da appaltare

Solo dopo intervenuta l'approvazione da parte della Direzione dei Lavori, l'Impresa potrà dare inizio al lavoro, nel corso del quale si dovrà scrupolosamente attenere a quanto prescritto dalla Direzione dei Lavori.

Spetta in ogni caso all'Impresa la completa ed unica responsabilità o della regolare ed esatta esecuzione delle opere in cemento armato. Le prove di carico verranno eseguite a spese dell'Impresa e le modalità di esse sono fissate dalla Direzione lavori, tenendo presente che tutte le opere dovranno essere atte a sopportare i carichi fissati, secondo la normativa vigente.

Le prove di carico non si potranno effettuare prima di 50 giorni dall'ultimazione del getto

### **Responsabilità per le opere di calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso.**

Nell'esecuzione delle opere in cemento armato e precompresso, in acciaio e in legno, l'Appaltatore dovrà attenersi strettamente a tutte le disposizioni contenute nelle norme citate.

Nelle zone sismiche valgono le norme tecniche emanate.

**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 e 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.**

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.

### **STRUTTURE PREFABBRICATE DI CALCESTRUZZO ARMATO E PRECOMPRESSO**

La struttura prefabbricata è una struttura realizzata mediante l'associazione, e/o il completamento in opera, di più elementi costruiti in stabilimento o a piè d'opera.

La progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle costruzioni prefabbricate sono disciplinate dalle norme citate in materia.

I manufatti prefabbricati utilizzati e montati dall'Impresa costruttrice, dovranno rispettare le seguenti direttive ancorché non in contrasto con le normative dianzi citate.

#### **Posa in opera.**

Nella fase di posa in opera e regolazione degli elementi prefabbricati si devono adottare gli accorgimenti necessari per ridurre le sollecitazioni di natura dinamica conseguenti al movimento degli elementi e per evitare forti concentrazioni di sforzo.

I dispositivi di regolazione devono consentire il rispetto delle tolleranze previste nel progetto, tenendo conto sia di quelle di produzione degli elementi prefabbricati, sia di quelle di esecuzione della unione.

Gli eventuali dispositivi di vincolo impiegati durante la posa, se lasciati definitivamente in sito, non devono alterare il corretto funzionamento dell'unione realizzata e comunque generare concentrazioni di sforzo.

#### **Unioni e giunti.**

Le «unioni» sono i collegamenti tra le parti strutturali atti alla trasmissione di sollecitazioni.

I «giunti» sono gli spazi tra le parti strutturali che ne consentono mutui spostamenti senza trasmissione di sollecitazioni.

Nelle unioni i materiali impiegati con funzione strutturale devono avere, di regola, durabilità,

resistenza al fuoco e protezione, almeno uguali a quelle degli elementi da collegare. Ove queste condizioni non fossero rispettate, i limiti dell'intera struttura vanno definiti con riguardo all'elemento significativo più debole.

I giunti aventi superfici affacciate devono garantire un adeguato distanziamento delle superfici medesime, per consentire i movimenti prevedibili.

Il Direttore dei lavori dovrà verificare che eventuali opere di finitura non pregiudichino il libero funzionamento del giunto.

#### **Appoggi.**

Gli appoggi devono essere tali da soddisfare le condizioni di resistenza dell'elemento appoggiato, dell'eventuale apparecchio di appoggio e del sostegno, tenendo conto delle variazioni termiche, della deformabilità delle strutture e dei fenomeni lenti. Per elementi di solaio 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 della unione, e non inferiore a 5 cm, se definitivo. Per appoggi discontinui (nervature, denti) i valori precedenti vanno raddoppiati.

Per le travi, la profondità minima dell'appoggio definitivo deve essere non inferiore a  $(8 + l/300)$  cm, essendo «l» la luce netta della trave in centimetri.

In zona sismica non sono consentiti appoggi nei quali la trasmissione di forze orizzontali sia affidata al solo attrito.

Appoggi di questo tipo sono consentiti ove non venga messa in conto la capacità di trasmettere azioni orizzontali; l'appoggio deve consentire spostamenti relativi secondo quanto previsto dalle norme sismiche.

#### **Montaggio.**

Nel rispetto delle vigenti norme antinfortunistiche, i mezzi di sollevamento dovranno essere proporzionati per la massima prestazione prevista nel programma di montaggio; inoltre, nella fase di messa in opera dell'elemento prefabbricato fino al contatto con gli appoggi, i mezzi devono avere velocità di posa commisurata con le caratteristiche del piano di appoggio e con quella dell'elemento stesso. La velocità di discesa deve essere tale da poter considerare non influenti le forze dinamiche di urto.

Gli elementi vanno posizionati come e dove indicato nel progetto.

In presenza di getti integrativi eseguiti in opera, che concorrono alla stabilità della struttura anche nelle fasi intermedie, il programma di montaggio sarà condizionato dai tempi di maturazione richiesti per questi, secondo le prescrizioni di progetto.

L'elemento può essere svincolato dall'apparecchiatura di posa solo dopo che è stata assicurata la sua stabilità.

L'elemento deve essere stabile di fronte a:

- l'azione del peso proprio;
- l'azione del vento;
- le azioni di successive operazioni di montaggio;
- le azioni orizzontali convenzionali.

L'attrezzatura impiegata per garantire la stabilità nella fase transitoria che precede il definitivo completamento dell'opera deve essere munita di apparecchiature, ove necessarie, per consentire, in condizioni di sicurezza, le operazioni di registrazione dell'elemento (piccoli spostamenti delle tre coordinate, piccole rotazioni, ecc.) e, dopo il fissaggio definitivo degli elementi, le operazioni di recupero dell'attrezzatura stessa, senza provocare danni agli elementi stessi.

Nel progetto deve essere previsto un ordine di montaggio tale da evitare che si determinino strutture temporaneamente labili o instabili nel loro insieme.

La corrispondenza dei manufatti al progetto, sotto tutti gli aspetti rilevabili al montaggio (forme, dimensioni e relative tolleranze), sarà verificata dalla Direzione dei lavori, che escluderà l'impiego di manufatti non rispondenti.

#### **Accettazione.**

Tutte le forniture di componenti strutturali prodotti in serie controllata possono essere accettate senza ulteriori controlli dei materiali, né prove di carico dei componenti isolati, se accompagnati da un certificato di origine firmato dal produttore e dal tecnico responsabile della produzione, attestante che gli elementi sono stati prodotti in serie controllata e recante in allegato copia del relativo estratto del registro di produzione e degli estremi dei certificati di verifica preventiva del laboratorio ufficiale. Per i componenti strutturali prodotti in serie dichiarata, si deve verificare che esista una dichiarazione di conformità rilasciata dal produttore.

<b>B.3 - NORME DA ADOTTARE NELL'ESECUZIONE DEI LAVORI</b>
---

**ART. 17****LAVORI EVENTUALI NON PREVISTI**

Per l'esecuzione di categorie di lavoro non previste e per le quali non si hanno i prezzi corrispondenti o si procederà alla determinazione dei nuovi prezzi con le norme del Regolamento di attuazione della legge 109/94 e successive eventuali modifiche e integrazioni di legge.

Le macchine ed attrezzi dati a noleggio dovranno essere in perfetto stato di servibilità e provvisti di tutti gli accessori necessari per il loro regolare funzionamento.

Saranno a carico dell'Appaltatore la manutenzione degli attrezzi e delle macchine e le eventuali riparazioni purché siano fatte sempre in buono stato di servizio. I mezzi di trasporto per i lavori in economia dovranno essere forniti in pieno stato di efficienza.

**ART.18****ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI**

Prima di dare inizio ai lavori di sistemazione varianti, allargamenti; ed attraversamenti di strade esistenti, l'Impresa è tenuta ad informarsi presso gli Enti proprietari delle strade interessate dalla esecuzione delle opere (Compartimento dell'ANAS, Provincia, Comuni, Consorzi) se eventualmente nelle zone nelle quali ricadano le opere esistano cavi sotterranei (telefoni, telegrafici, elettrici) o condutture (acquedotti, oleodotti, metanodotti, ecc.) oppure linee aeree.

In caso affermativo l'Impresa dovrà comunicare agli enti proprietari di dette opere (Circolo Costruzioni telegrafiche, telefoniche, Comuni, Province, Consorzi, Società, ecc.) la data presumibile dell'esecuzione delle opere nelle zone interessate, chiedendo altresì tutti i dati (ubicazione, profondità) necessari al fine di mettersi in grado di eseguire i lavori con quelle cautele opportune per evitare danni alle suddette opere.

Qualora nonostante le cautele usate si dovessero manifestare danni ai cavi od alle condotte, l'Impresa dovrà provvedere a darne immediato avviso mediante telegramma sia agli enti proprietari delle strade che agli Enti proprietari delle opere danneggiate e alla D.L. Rimane ben fissato che nei confronti dei proprietari delle opere danneggiate l'unica responsabile rimane l'Impresa rimanendo del tutto estranea l'Amministrazione Appaltante da qualsiasi vertenza sia essa civile che penale.

In genere l'Impresa avrà facoltà di sviluppare i lavori nel modo che crederà più conveniente per darli perfettamente compiuti nel termine contrattuale, purché, a giudizio della Direzione Lavori, non riesca pregiudizievole alla buona riuscita delle opere ed agli interessi dell'Amministrazione.

L'Amministrazione si riserva ad ogni modo il diritto di stabilire l'eseguimento di un determinato lavoro entro un congruo termine perentorio, senza che l'Impresa possa rifiutarsi o farne oggetto di richiesta di speciali compensi. Appena constatata l'ultimazione dei lavori, la strada sarà aperta al pubblico transito. L'Amministrazione però si riserva la facoltà di aprire al transito i tratti parziali del tronco che venissero progressivamente ultimati a partire dall'origine o dalla fine del tronco, senza che ciò possa dare diritto all'Impresa di avanzare pretese all'infuori della rivalsa, ai prezzi di elenco, dei ricarichi di massicciata o delle riprese di trattamento superficiale e delle altre pavimentazioni che si rendessero necessarie purché insindacabilmente non vengano accertati dalla Direzione Lavori difetti di costruzione e nel caso, l'Appaltatore dovrà provvedere ai ripristini a regola d'arte a propria cura e spese.

**ART. 19****INDICAZIONE DEI LAVORI**

L'Impresa dovrà esporre agli ingressi del cantiere tabelle con la iscrizione che verrà indicata dalla Direzione dei Lavori.

In caso di inadempienza l'ordinazione verrà effettuata d'Ufficio a spese dell'Impresa, alla quale verrà trasmessa la fattura per il pagamento direttamente dall'Istituto che le avrà fornite.

## **ART. 20 RIPRISTINI DI STRADE**

Il piano viabile delle strade interessate dalla posa delle tubazioni potrà essere ripristinato nella precedente situazione o, dietro ordine della Direzione Lavori, migliorato. Il ripristino verrà eseguito con particolare cura seguendo ogni accorgimento per ottenere a lavoro finito un ottimo piano viabile transitabile. Qualora il materiale dello scavo non risulti idoneo al rinterro verrà sostituito dietro ordine della Direzione Lavori, con altro materiale e detto lavoro verrà pagato a parte con l'applicazione del relativo prezzo di elenco.

Il rinterro degli scavi verrà eseguito per tratti di spessore non superiore ai 30 cm previa eventuale umidificazione necessaria, costipato con idonei mezzi (piastre vibranti, rana, mazzeranghe, ecc.) fino a raggiungere una densità non inferiore al 90% della prova Proctor modificata. Sul sottofondo ben costipato verrà stesa una fondazione stradale in base ai seguenti tipi:

- fondazione stradale in misto granulometrico stabilizzato con miscele proposte dall'Impresa e ritenute meritevoli di approvazione dalla Direzione Lavori, stesa in strati di spessore reso in relazione alla portanza del terreno di sottofondo ed alla intensità dei carichi cui la strada dovrà essere assoggettata per il traffico e costipate con idonei mezzi meccanici fino ad ottenere una densità pari al 95% della densità massima ottenuta con la prova Proctor modificata;
- fondazione stradale in pietrame o ghiaione, stesi in strati di spessori resi indicati dalla D.L. in relazione alla portanza del terreno di sottofondo ed alla intensità dei carichi cui la strada dovrà essere assoggettata per il traffico con occlusione dei vani con ghiaia mista in natura e sabbia, costipata con rullo compressore del peso non inferiore a 14 tonnellate. Sulla fondazione verrà posta la pavimentazione le cui caratteristiche saranno ordinate dalla D.L., secondo la descrizione dell'elenco prezzi allegato al presente capitolato; detta pavimentazione potrà interessare anche zone non comprese nei lavori di scavo.

Lateralmente potrà venire gettata una cunetta in calcestruzzo per il convogliamento delle acque nella fognatura.

Qualora le condotte siano state posate in banchine stradali per le quali non sia previsto il ripristino, il terreno di risulta sistemato provvisoriamente e accuratamente sul cavo già tombato, verrà interrotto con solchi trasversali opportunamente profilati al fine di consentire un immediato smaltimento dalla sede stradale delle acque meteoriche.

Sino al giorno del collaudo finale, l'Appaltatore è obbligato alla buona conservazione dell'area interessata dai lavori, in particolare dietro ordine della Direzione Lavori è tenuto a riparare e ricolmare nel modo migliore eventuali cedimenti del terreno o della pavimentazione in dipendenza del lavoro eseguito e quant'altro ha relazione con il lavoro medesimo.

## **B.4 - NORME GENERALI PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DELLE OPERE**

### **ART. 21 NORME GENERALI**

Le qualità de lavori e delle provviste saranno determinate con metodi geometrici o a numero o a peso in relazione a quanto è previsto nell'elenco prezzi.

I lavori saranno liquidati in base alle misure fissate dal progetto anche se le misure di controllo rilevate dagli incaricati dovessero risultare (spessori, lunghezze e cubature) effettivamente superiori. Soltanto nel caso che la Direzione dei Lavori abbia ordinato per iscritto maggiori dimensioni se ne terrà conto nella contabilizzazione. In nessun caso saranno tollerate dimensioni minori di quelle ordinate, le quali potranno essere motivo di rifacimento a carico dell'impresa. Le misure saranno prese in contraddittorio mano a mano che si procederà all'esecuzione dei lavori e riportate su appositi libretti che saranno firmati dagli incaricati della Direzione dei Lavori e dall'Impresa. Resta sempre salva in ogni caso la possibilità di verifica in occasione delle operazioni di collaudo.

a) **Lavori in economia:**

Le prestazioni in economia diretta e i noleggi saranno assolutamente eccezionali, e potranno verificarsi solo per lavori del tutto secondari; in ogni caso non verranno riconosciuti e compensati se non corrisponderanno ad un preciso ordine ed autorizzazione scritta preventiva della direzione Lavori.

b) **Materiale a piè d'opera:**

I prezzi di elenco per i materiali a piè d'opera diminuiti del ribasso d'asta, si applicano soltanto:

- 1) alle provviste dei materiali a piè d'opera che l'Appaltatore è tenuto a fare a richiesta della Direzione dei Lavori, come ad esempio somministrazioni per lavori in economia, somministrazioni di legnami per casseri, paratie, palafitte, travature ecc., alla cui esecuzione provvede direttamente l'Amministrazione appaltante, la somministrazione di ghiaia o pietrisco, quando l'impresa debba effettuarne lo spandimento;
- 2) alla valutazione dei materiali accettabili nel caso di esecuzione d'ufficio e nel caso di rescissione coattiva oppure di scioglimento di contratto;
- 3) alla valutazione delle provviste a piè d'opera che si dovessero rilevare dall'Amministrazione quando per variazioni da essa introdotte non potessero più trovare impiego nei lavori.

I detti prezzi per materiali a piè d'opera servono pure per la formazione di nuovi prezzi ai quali deve essere applicato il ribasso contrattuale. In detti prezzi dei materiali è compresa ogni spesa accessoria per dare i materiali a piè d'opera sul luogo di impiego, le spese generali ed il beneficio dell'Impresa.

<b>B.5 - NORME PARTICOLARI PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DELLE OPERE</b>
---

**ART. 22**  
**MURATURE E CONGLOMERATI**

**Murature in genere**

Tutte le murature in genere, salvo le eccezioni in appresso specificate, saranno misurate geometricamente, a volume od a superficie, secondo la loro categoria, in base a misure prese sul vivo dei muri, esclusi cioè gli intonaci e dedotti i vani (se sono previsti piccoli vani dovranno modificarsi le disposizioni nel senso che non si eseguiranno deduzioni per vani di luce inferiore a cmq 160), nonché i materiali di differente natura con altri prezzi di tariffa. Nei prezzi di tutte le opere tanto in fondazione quanto in elevazione, in muratura, si intenderà sempre compresa ogni qualunque spesa per le impalcature e i ponti di servizio di qualsiasi importanza, per il carico, trasporto, innalzamento o discesa a scarico a piè d'opera dei materiali di ogni peso o volume, e per tutte le manovre diverse, occorrenti per la costruzione delle opere stesse, qualunque sia la loro altezza o profondità di esecuzione, e qualunque sia la grossezza e la forma delle murature, nonché per le murature in elevazione, il paramento di faccia a vista, del tipo indicato nel relativo prezzo di elenco delle murature, semprechè questo non sia previsto con pagamento separato.

Qualunque sia la incurvatura data alla pianta ed alle sezioni dei muri, anche se si debbano costruire sotto raggio, le relative murature non potranno essere comprese nella categoria delle volte e saranno valutate coi prezzi delle murature nette senza alcun compenso. Le murature rette o curve in pietrame o mattoni saranno quindi pagate a metro cubo coi prezzi di elenco stabiliti per i vari tipi, strutture e provenienza dei materiali impiegati. Le volte rette od oblique e gli archi in conci di pietrame o mattoni saranno pagati anch'essi a volume ed a seconda del tipo, struttura e provenienza dei materiali impiegati, coi prezzi di elenco ed in essi si intendono comprese tutte le forniture, lavorazioni e magistero per dare la volta in opera completa con tutti i giunti delle facce viste frontali e di intradosso profilati e stuccati

**Murature in pietra da taglio**

La pietra da taglio da pagarsi a volume sarà sempre valutata a metro cubo in base al volume del minimo parallelepipedo rettangolare circoscrivibile a ciascun pezzo.

Per le pietre di cui una parte viene lasciata greggia, si comprenderà anche questa nella misurazione, non tenendo però alcun conto delle eventuali maggiori sporgenze della parte non lavorata in confronto delle dimensioni assegnate alla medesima dai tipi prescritti. Nei relativi prezzi di elenco si intenderanno sempre compresi tutti gli oneri previsti nelle murature in genere.

**Riempimento di pietrame a secco:**

Il riempimento di pietrame a secco a ridosso delle murature per drenaggi, vespai, ecc., sarà valutato a metro cubo per il volume effettivo, e col prezzo di elenco.

**Paramenti di faccia vista:**

I prezzi stabiliti in tariffa per lavorazione delle facce viste che siano da pagare separatamente dalle murature, saranno applicabili, qualunque sia la qualità o provenienza del pietrame per il rivestimento, anche se, per ordine della Direzione Lavori, tale qualità e provenienza fossero per risultare diverse da quelle del materiale impiegato per la costruzione della muratura interna (semprechè non sia diversamente disposto, ed eccettuati i casi di paramenti in pietrame da applicare alle facce viste di strutture murarie non eseguite in pietrame, come calcestruzzi, conglomerati ecc., nei quali casi si stabiliranno prezzi separati per il nucleo e per il paramento. Tutte le murature, tanto interne che di rivestimento, saranno valutate applicando al loro volume complessivo i prezzi che competono alle murature gregge di pietrame costituenti il nucleo da rivestire, ed applicando alle superfici delle facce viste lavorate i prezzi stabiliti secondo le specie di paramento prescritto ed eseguito. Tali prezzi comprendono non solo il compenso per la lavatura delle facce viste, dei piani di posa e di combaciamento, ma anche quello per l'eventuale maggior costo del pietrame di rivestimento. Nella misurazione dei paramenti saranno dedotte le parti occupate da pietra da taglio, da cortine di mattoni e da pietre artificiali.



### **Calcestruzzi, smalti, cementi armati e cappe**

I calcestruzzi per fondazioni, murature, volti, ecc., gli smalti ed i cementi armati, costruiti di getto in opera, saranno in genere pagati a metro cubo di calcestruzzo o di smalto, escluso il ferro da impiegare per i cementi armati che verrà pagato a parte a peso ed a chilogrammo e misurati in opera in base alle dimensioni prescritte, esclusa quindi ogni eccedenza, ancorché inevitabile, dipendente dalla forma degli scavi aperti e dal modo di esecuzione dei lavori e trascurando soltanto la deduzione delle eventuali smussature previste in progetto agli spigoli che avessero il cateto della loro sezione trasversale inferiore o al più uguale a 15 cm. I calcestruzzi, gli smalti ed i cementi armati costruiti di getto fuori d'opera, saranno valutati sempre in ragione del loro effettivo volume, senza detrazione del volume di ferro per i cementi armati quando trattasi di travi, solette, pali o altri pezzi consimili; ed in ragione del minimo parallelepipedo retto a base rettangolare circoscrivibile a ciascun pezzo quando trattasi di pezzi sagomati o comunque ornati per decorazione, pesandosi poi sempre a parte il ferro occorrente per le armature interne dei cementi armati. I lastroni di copertura in cemento armato saranno valutati a superficie comprendendo, per essi nel relativo prezzo di tariffa, anche il ferro occorrente per l'armatura e la malta per fissarli in opera, oltre tutti gli oneri di cui appresso. Nei prezzi di elenco dei calcestruzzi, smalti, piastre e cementi armati sono anche comprese i compensati gli stampi di ogni forma, e casseri, casseforme e cassette per il contenimento del calcestruzzo, le armature in legname di ogni sorta, grandi e piccole per sostegno degli stampi, i palchi provvisori di servizio e l'innalzamento dei materiali, nonché per le volte, anche le centine nei limiti di portata che sono indicati nei singoli prezzi di elenco (semprechè non sia convenuto di pagarle separatamente).

### **Intonaci - Stucchi e rabbocature**

Gli intonaci e gli stucchi di qualunque genere, sia a superficie piana che a superficie curva, saranno valutati a metro quadrato, applicando i prezzi della tariffa alla superficie effettiva dei muri intonacati, senza tener conto delle rientranze e delle sporgenze dal vivo dei muri per lesene, riquadri, fasce, bugne e simili, purchè le rientranze e sporgenze non superino cm 10.

### **Acciai per calcestruzzi**

Il peso degli acciai di armatura del calcestruzzo, sia che essi siano del tipo omogeneo, semiduro ed acciaioso, verrà determinato mediante il peso teorico corrispondente ai vari diametri effettivamente prescritti, trascurando le qualità superiori alle prescrizioni, le legature e le sovrapposizioni per giunte non ordinate. Il peso del ferro verrà in ogni caso determinato con mezzi analitici ordinari, misurando cioè lo sviluppo lineare effettivo per ogni barra (seguendo le sagomature ed uncinate) e moltiplicandolo per il peso unitario dato dalle tabelle ufficiali UNI.

Col prezzo fissato, il tondino sarà fornito e dato in opera nelle casseforme, dopo aver subito tutte le piegature, sagomature e legature ordinate dalla Direzione dei Lavori, curando che la posizione dei ferri coincida rigorosamente con quella fissata nei disegni esecutivi. Il prezzo a Kg. dei soli cavi di acciaio armonico impiegato per i calcestruzzi precompressi, compensa anche la fornitura e posa in opera delle guaine, dei fili di legatura delle stesse guaine e le iniezioni con malta di cemento nei vani dei cavi, le teste e le piastre di ancoraggio, la mano d'opera, i mezzi ed i materiali per la messa in tensione dei cavi stessi, nonché il bloccaggio dei dispositivi.

## **ART. 23**

### **MANUFATTI IN FERRO – PARAPETTI IN FERRO TUBOLARE**

I lavori in ferro profilato o tubolare saranno valutati a peso ed i relativi prezzi applicati al peso effettivamente determinato prima della posa in opera mediante pesatura diretta a spese dell'Impresa o mediante dati riportati da tabelle ufficiali UNI. I prezzi comprendono pure, oltre la fornitura, la posa in opera, l'esecuzione dei necessari fori, la saldatura, chiodatura e ribattitura, le armature di sostegno e le impalcature di servizio, gli sfridi di lavorazione e una triplice mano di verniciatura di cui la prima di antiruggine e le due successive di boiacca ad olio, od altra vernice citata nell'elenco prezzi.

Per i parapetti la valutazione verrà effettuata a peso complessivo dell'opera con tutti gli oneri esposti e tenendo presente che nel prezzo unitario è pure compresa la posa in opera.

## **C - OPERE STRADALI**

### **C.1 – FORMAZIONE DEL CORPO STRADALE E PAVIMENTAZIONI**

#### **ART. 100**

#### **CARREGGIATA – PREPARAZIONE DEL SOTTOFONDO**

Il terreno interessato dalla costruzione del corpo stradale che dovrà sopportare direttamente o la sovrastruttura o i rilevati, verrà preparato asportando il terreno vegetale per tutta la superficie e per la profondità fissata dal progetto o stabilito dalla Direzione 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 del posto, l'Appaltatore indipendentemente dai controlli che verranno eseguiti dalla Direzione Lavori, dovrà provvedere esso a tutte le prove e determinazioni necessarie. A tale 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 al fini della loro possibilità e modalità d'impiego, verranno preventivamente fatte eseguire dalla Direzione Lavori presso un laboratorio pubblico, cioè uno dei seguenti laboratori: quello delle Università, delle Ferrovie dello Stato o presso il laboratorio dell'ANAS.

Rimosso il terreno costituente lo strato vegetale, estirpate le radici fino ad un metro di profondità sotto il piano di posa e ricoperte le buche così costituite si procederà in ogni caso ai seguenti controlli:

- a) determinazione del peso specifico apparente del secco del terreno in sito e di quello massimo determinato in laboratorio;
- b) determinazione dell'umidità in sito in caso di presenza di terre sabbiose, ghiaiose o limose;
- c) determinazione dell'altezza massima delle acque sotterranee nel caso di terre limose;
- d) stesa di uno strato di sabbia grossa di contatto di terreni argillosi di spessore da stabilire dalla Direzione Lavori, valutato a metro cubo in opera.

#### **ART. 101**

#### **COSTIPAZIONE 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 cm 50 si seguiranno su richiesta della D.L.

- a) per le terre sabbiose o ghiaiose si dovrà provvedere al costipamento del terreno per uno spessore di almeno cm. 25 con adatto macchinario fino ad ottenere un peso specifico apparente del secco in sito pari almeno al 95% di quello massimo ottenuto in laboratorio;
- b) per le terre limose in assenza di acqua si procederà come al precedente capo A).
- c) 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 metri 0,50 sempre su richiesta della Direzione Lavori:

- a) 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 superiore a m. 3;
- b) per le terre limose in assenza di acqua si procederà come indicato al comma a);
- c) per le terre argillose si procederà analogamente a quanto indicato al punto c) del capo 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.

## **ART. 102**

### **FONDAZIONE STRADALE IN TOUT-VENANT ALLUVIONALE O DI CAVA**

Eseguita la costipazione accurata del piano di posa (sia esso il piano di campagna, sia il piano del rilevato ultimato) fino a raggiungere le percentuali della densità massima "Proctor modificato" si inizierà l'approvvigionamento in cordoni del materiale granulare alluvionale, dopo avere accertato la rispondenza delle sue caratteristiche alle norme di capitolato.

Tali norme riguardano la granulometria, i limiti di Atterberg e la portanza. Il materiale verrà quindi disteso meccanicamente in strati di eguale spessore, nella fase stessa di approvvigionamento. Il materiale non potrà essere messo in opera durante i periodi di pioggia o neve. Eseguita la stesa dello strato si procederà alla sua umidificazione secondo le modalità richieste dalla prova "Proctor modificato". L'acqua sarà sempre erogata nella quantità ed in modo tale da ottenere la umidità ottima uniformemente distribuita per tutto lo strato.

Durante la costipazione l'umidità dovrà essere rigorosamente controllata e mantenuta anche nella parte superficiale soggetta ad un più rapido essiccamento. Il costipamento del tout-venant deve essere effettuato con i mezzi classici usati per i granulari incoerenti: rulli e piastre vibranti, rulli pigiatori gommati e rulli lisci. La costipazione del materiale, approvvigionato in quantità tale che lo spessore ultimato non sia inferiore ai cm. 40 deve essere proseguita sino all'ottenimento di una percentuale pari almeno al 90% della densità secca "Proctor modificato".

Ultimato il costipamento si deve dare, con mezzi meccanici, a questo strato, il profilo trasversale di progetto.

## **ART. 103**

### **RIVESTIMENTO E CIGLIATURE CON ZOLLE E SEMINAGIONI**

Tanto per le inzollature che per le seminagioni si dovranno preparare preventivamente le superfici da trattare riportando in corrispondenza alle stesse uno strato uniforme di buona terra vegetale, facendolo bene aderire al terreno sottostante, esente da radici, da erbe infestanti e da cotiche erbose, dello spessore di almeno 20 cm. Per la inzollatura delle scarpate da eseguire dove lo ordinerà la Direzione Lavori, si useranno dove è possibile, le zolle da 20 a 25 cm. e di almeno 10 cm di spessore, disposte a connesure alternate, zolle provenienti dagli scoticamenti generali eseguiti per gli scavi o per la preparazione del terreno. Le zolle saranno assestate battendole col rovescio del badile, in modo da farle aderire al terreno. Per le seminagioni su scarpate si impiegheranno di regola semi di era medica in quantitativi corrispondenti ad almeno 70 Kg. per ettaro di stoloni di gramigna.

Sulle superfici potrà essere ordinata anche la seminagione di loietto in quantitativi corrispondenti ad almeno 200 Kg di semi per ettaro. In ogni caso la seminagione deve essere rullata e rastrellata in modo che i semi e gli stoloni di gramigna abbiano a risultare sicuramente coperti da uno strato di terra di spessore maggiore (2-3 cm) nel caso di gramigna.

Le seminagioni saranno mantenute umide dopo la loro ultimazione mediante innaffiature, in modo da conservare ed aiutare la vegetazione. La seminagione sarà eseguita a stagione propizia.-

## **ART. 104**

### **FONDAZIONE STRADALE IN GHIAIA O PIETRISCO DI 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 cm 20.

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 possano rigonfiare al contatto con l'acqua.

## **ART. 105 MASSICCIAIE**

Le massicciate, tanto se debbono formare la definitiva carreggiata vera e propria portante il traffico dei veicoli e 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 da formare, indicate in via di massima nei precedenti articoli o da dimensioni convenientemente assortite. La Direzione Lavori si riserva la facoltà di fare 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 modalità che saranno prescritte dalla Direzione Lavori, come pure per tutti gli altri materiali e prodotti occorrenti per la formazione delle massicciate e pavimentazioni in genere. Il materiale di massiccciata verrà sparso e regolarizzato in modo che la superficie della massiccciata, ad opera finita, abbia in sezione trasversale e per tratti in rettilineo, a seconda dei casi, il profilo indicato nel precedente articolo e nelle curve il profilo che ai sensi dello stesso articolo sarà stabilito dalla Direzione Lavori. Tutti i materiali da impegnare per la formazione della massiccciata stradale dovranno soddisfare alle "Norme per l'accettazione dei pietrischetti delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali" di cui al "Fascicolo del Consiglio Nazionale delle Ricerche – ultima edizione in vigore".

Per la formazione della massiccciata il materiale deve essere steso in modo regolare ed uniforme mediante adatti distributori meccanici. L'altezza dello strato da cilindrare in una sola volta non deve essere superiore a cm. 15.

## **ART. 106 CILINDRATURA**

Alle cilindrate si provvederà in generale con rullo compressore a motore del peso di 16 tonnellate circa.

Il rullo nella sua marcia di funzionamento manterrà la velocità oraria uniforme non superiore a 3 Km/h. Per la chiusura e la rifinitura della cilindatura si impiegheranno rulli del peso non superiore a tonnellate 12, e la loro velocità potrà essere anche superiore a quella suddetta, nei limiti delle loro 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 ed ininterrotto funzionamento. 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 cm. 20 della zona precedentemente cilindrata, e che nel cilindrare la prima zona marginale venga a comprimere anche una nuova zona di almeno 20 cm. di larghezza.

Non si dovranno cilindrare o comprimere contemporaneamente strati di pietrisco soffice sparso in modo non sufficientemente uniforme. Pertanto ogni qualvolta il sottofondo debba essere formato con pietrisco di altezza superiore a cm. 12, misurata sempre come sopra, la successiva cilindatura dovrà essere eseguita separatamente e successivamente per ciascun strato di almeno 12 cm. o frazione, a partire da quello inferiore.

La cilindatura in genere, fatta eccezione delle compressioni di semplice assestamento occorrenti per poter aprire il traffico, senza disagio del traffico stesso, deve essere eseguita in modo che il sottofondo ad opera finita risulti cilindrato a fondo, in modo cioè che gli elementi che lo compongono acquistino lo stato di massimo addensamento. La cilindatura dovrà essere eseguita con l'uso di acqua, pur tuttavia limitato, per evitare ristagni nella massiccciata ed il rifluimento in superficie del terreno sottostante e con l'impiego durante la cilindatura di pietrischetto e di materiale di saturazione, comunemente detto aggregante, costituito da sabbione pulito e scevro da materie terrose da scegliere fra quello con discreto potere legante, o da detriti dello stesso pietrisco, purché tali detriti siano idonei allo scopo.

Detto materiale, con il sussidio dell'acqua e con la cilindatura 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 fra gli elementi del pietrisco stesso.

Ad evitare che per eccessi 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 del sottofondo con pendenze verso l'esterno.

La cilindatura sarà protratta fino a completo costipamento col numero di passaggi occorrenti in relazione alla qualità e durezza del materiale prescritto per la massiccciata, ed in ogni caso non mai inferiore a 120 passate. Ogni imperfezione o difetto che dovesse eventualmente manifestarsi dopo ultimato la cilindatura

del sottofondo, su tratti o tronchi di strada anche già aperti al traffico, dovranno essere immediatamente rimediati a cura e spese dell'impresa, con tempestivo intervento e scrupolosa manutenzione fino al collaudo.

L'Impresa dovrà inoltre provvedere a proprie cure e spese fino al collaudo.

- al ripristino di tutti gli eventuali dissesti ed avvallamenti del piano viabile, compresi tutti i necessari ricarichi di pietrisco, pietrischetto e materiale di saturazione, alla raccolta e al riporto al centro della strada del pietrisco, del pietrischetto e del materiale di saturazione che saranno scacciati dal traffico ai lati della carreggiata;
- alla saturazione delle zone che risultassero non sufficientemente saturate avendo infine cura di mantenere in ogni caso ben sagomato e preservato il piano viabile con scrupolosa continua manutenzione del piano stesso.

Quanto sopra vale pure per qualsiasi tipo di cilindratura non previsto nel presente capitolato o predisposto in corso dell'opera, nonché qualsiasi tipo di trattamento o rivestimento superficiale che verrà adottato sul piano stradale.

#### **ART. 107**

##### **TRATTAMENTI SUPERFICIALI**

Prima della applicazione sul piano di qualsiasi rivestimento a caldo o a freddo a base di leganti bituminosi, catrami od asfaltici, tale piano dovrà risultare accuratamente pulito e scevro in modo assoluto di polvere, fango o detriti organici mediante anche lavaggio con getti di acque in pressione e perfettamente asciutto.

Tutti i trattamenti dovranno essere delimitati lungo i margini senza sbavature o rientranze mediante regoli di legno o metallici, oppure da un bordo o cordolo di pietrischetto preventivamente bitumato a caldo, di sezione approssimativamente quadrata con cm. 7 circa di lato incassato in apposita solcatura parallela all'asse stradale ai margini della carreggiata da proteggere con leganti bituminosi a seconda delle disposizioni che verranno impartite in sede esecutiva dalla Direzione Lavori.

Prima di eseguire i trattamenti si procederà a tutte le riparazioni necessarie di ripristino della sagoma mediante opportuni ricarichi di pietrischetto bituminoso debitamente rullato e compresso fino ad eliminare completamente le depressioni, i dissesti e le abrasioni. La pezzatura dei pietrischetti e delle graniglie da usarsi nei trattamenti superficiali dovrà essere rigorosamente uniforme.

La rullatura del trattamento sarà eseguita con compressore del peso opportuno e dovrà essere prolungata fino a quando il materiale di saturazione non risulti ben incorporato. L'esecuzione dovrà avvenire senza sollevare eccezioni o pretese di compensi, curando che il traffico possa svolgersi con il minimo intralcio possibile.

Ogni imperfezione o difetto che dovesse eventualmente manifestarsi sui tratti stradali già aperti al traffico dovrà essere immediatamente ripresa a cura e spese dell'impresa con tempestivo intervento e scrupolosa manutenzione, fino al collaudo.

L'Impresa, specialmente nel primo periodo di apertura della strada al transito, dovrà avere cura di riportare sempre al centro della strada la graniglia che eventualmente non fosse bene penetrata nel manto e scacciata dal traffico ai lati della carreggiata, curando di mantenere ben coperto il piano viabile con particolare riguardo alle zone non sufficientemente saturate o comunque suscettibili di protezione e dovrà inoltre curare, nel periodo successivo, l'asportazione dei residui e dei detriti inutilizzabili della graniglia stessa restando all'Amministrazione la parte riutilizzabile. L'Impresa dovrà inoltre provvedere a propria cura e spese fino al collaudo a mantenere in ogni caso ben sagomato e preservato il piano viabile con scrupolosa e continua manutenzione del piano stesso, nonché delle cunette o cunettoni laterali, siano essi preesistenti o di nuova costruzione in terreno ordinario o in muratura di qualsiasi genere.

Resta convenuto che il legante che eventualmente fosse disposto di aggiungere o di togliere dal quantitativo previsto nel relativo prezzo di elenco sarà pagato o detratto con il relativo prezzo unitario per i materiali a piè d'opera.

#### **ART. 108**

##### **PAVIMENTAZIONE IN CONGLOMERATO BITUMINOSO**

Le caratteristiche del conglomerato bituminoso, il cui spessore è prescritto dai tipi di cui all'elenco prezzi o che sarà indicato dalla Direzione Lavori, sono le seguenti:

## **Aggregati**

Gli aggregati dovranno avere i requisiti prescritti dalle “Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, della sabbia, degli additivi per costruzioni stradali” del fascicolo n. 4 – anno 1953 del Consiglio Nazionale delle Ricerche.

Si precisa inoltre:

- che i pietrischetti e le graniglie devono provenire dalla frantumazione di materiale litoide, di natura preferibilmente silicea e, comunque, sostanzialmente uniforme, compatto ed esente da parti alterate; devono avere i requisiti richiesti per la IV categoria della tabella III (fascicolo numero 4 delle norme predette) per quanto riguarda lo strato di collegamento e la categoria I della tabella suddetta per quanto si riferisce allo strato di usura. Per lo strato di usura per le banchine sopra elevate (marciapiedi) potrà essere consentito l'impiego di aggregati della IV categoria.
- che i pietrischetti e le graniglie devono inoltre essere costituite da elementi approssimativamente poliedrici con spigoli vivi e superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei.
- che le sabbie naturali o di frantumazione devono essere di natura prevalentemente silicea, dure, vive, ruvide al tatto, pulite ed esenti da polvere o altro materiale estraneo, e devono avere inoltre una perdita per decantazione in acque inferiori al 2% (duepercento).
- che gli additivi devono provenire dalla frantumazione di rocce, preferibilmente calcaree, che possono essere sostituite da cemento ed anche da leganti bituminosi purché questi ultimi, prima dell'impiego siano completamente disgregati. Saranno rifiutati i pietrischi, pietrischetti o graniglia contenenti una percentuale elevata di elementi piatti e allungati. Il coefficiente volumetrico minimo per l'accettazione sarà di 0,20 per i pietrischetti e le graniglie da mm. 10÷25.

## **Bitume**

Il bitume dovrà avere i requisiti prescritti dalle “Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali” \_ fascicolo n. 2 – Consiglio Nazionale delle Ricerche - Edizione 1951 e sarà del tipo di penetrazione prescritto dalla Direzione Lavori.

### **Granulometria – Strato di usura e strato di collegamento**

L'impresa ha l'obbligo di fare eseguire presso un Laboratorio ufficiale riconosciuto prove sperimentali sui campioni preparati con pietrischetti, graniglie, sabbie e additivi ai fini della designazione della composizione da adottarsi.

Per il passante al n. 40 l'indice di plasticità non deve superare 6. La Direzione Lavori sulla base dei risultati di dette prove, ufficialmente documentate caratteristiche dei materiali componenti, misura dei vuoti contenuti nei vari miscugli, si riserva di dare l'approvazione sul miscuglio prescelto.

Tale approvazione non menomera in alcun modo la responsabilità dell'Impresa sul raggiungimento dei requisiti finali del conglomerato in opera.

### **Tenore del bitume**

Il tenore del bitume da mescolare negli impasti, espresso in misura percentuale del peso secco degli aggregati di ciascun miscuglio sarà:

- del 4,5÷6% per lo strato di collegamento (conglomerato semi-chiuso)
- del 5,5÷7,5% per lo strato di usura (conglomerato chiuso)

L'Impresa è tuttavia tenuta a far eseguire presso un Laboratorio riconosciuto prove sperimentali intese a determinare per il miscuglio di aggregati prescelti per l'impiego il dosaggio in bitume, esibendo alla Direzione Lavori i risultati delle prove con la relativa documentazione ufficiale. Impiegherà perciò senza aumento nei prezzi le quantità di bitume così sperimentalmente definite, anche se comportano un aumento delle percentuali sopra descritte.

L'Ufficio dirigente si riserva di approvare i risultati ottenuti o di fare eseguire nuove prove, senza che tale approvazione riduca la responsabilità dell'Impresa relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

### **Conglomerato bituminoso**

Il conglomerato bituminoso destinato alla **formazione dello strato di usura**, dovrà avere i seguenti requisiti:

- elevatissima resistenza meccanica interna e cioè capace a sopportare senza deformazioni permanenti

- le sollecitazioni trasmesse dalla ruote dei veicoli;
- elevatissima resistenza all'usura superficiale;
- sufficiente ruvidità della superficie per evitare lo slittamento delle ruote;
- grande compattezza; il volume dei vuoti residui a costipamento finito non dovrà eccedere il 6%;
- impermeabilità praticamente totale; un campione sottoposto alla prova con colonna di acqua di 10 cm. di altezza, dopo 72 ore non deve presentare tracce di passaggio di acqua. Lo strato ultimato dovrà risultare di spessore uniforme, e delle dimensioni precisate nell'elenco prezzi. Il conglomerato bituminoso semiaperto, destinato alla formazione dello strato di collegamento (binder) dovrà avere requisiti molto prossimi a quelli dello strato di usura per quanto si riferisce ai suddetti n. 1-4-6.

### **Formazione e confezione degli impianti**

Gli impianti saranno eseguiti a mezzo di impianti di potenzialità proporzionata all'entità complessiva del lavoro da compiere, e capaci di assicurare:

- il perfetto essiccamento;
- la depurazione della polvere ed il riscaldamento a temperature comprese tra i 120°C e o 160°C degli aggregati,
- la classificazione dei singoli aggregati mediante vagliatura e il controllo della granulometria;
- la perfetta dosatura degli aggregati mediante idonea apparecchiatura che consenta di dosare almeno 3 categorie tra pietrischetti e sabbie già vagliate prima dell'invio al rimescolatore;
- il riscaldamento del bitume a temperatura e viscosità uniforme fino al momento dell'impasto;
- il perfetto dosaggio del bitume e dell'additivo.

Su richiesta della Direzione Lavori dovranno potersi rieffettuare presso attrezzati laboratori:

- la verifica granulometrica dei singoli aggregati approvvigionati in cantiere e quella degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione;
- la verifica del miscuglio degli aggregati non ancora impastati con bitume;
- la verifica della qualità e caratteristiche del bitume;
- un'analisi granulometrica e quantitativa di tutti i componenti la miscela all'uscita dal mescolatore.

Dovranno inoltre essere controllate frequentemente le temperature degli aggregati e del bitume.

### **Posa in opera degli impasti**

Si procederà ad un'accurata pulizia della superficie da rivestire, mediante energico lavaggio e ventilazione ed alla spalmatura di un velo continuo di legante semiaperto per lo strato di base, in maniera che a lavoro ultimato la carreggiata risulti perfettamente sagomata con i profili e le pendenze prescritte dalla Direzione Lavori. Analogamente si procederà per la posa in opera dello strato di usura.

L'applicazione dei conglomerati bituminosi verrà fatta a mezzo di macchine spanditrici-finitrici, di tipo approvato dalla Direzione Lavori, in perfetto stato d'uso. Le macchine per la stesa dei conglomerati analogamente a quella per la loro confezione, dovranno possedere caratteristiche di precisione di lavoro tale che il controllo umano sia ridotto al minimo. Il materiale verrà disteso a temperatura non inferiore a 120°C. Il manto di usura e lo strato di base saranno compressi con rulli meccanici a rapida inversione di marcia del peso di 6-8 tonnellate.

La rullatura comincerà ad essere condotta a manto non eccessivamente caldo, iniziando il primo passaggio con le ruote motrici e proseguendo in modo che un passaggio si sovrapponga parzialmente all'altro; si procederà pure con passaggi in diagonale.

In corrispondenza dei tratti di interruzione del lavoro e dei margini della pavimentazione, si procederà alla spalmatura con uno strato di bitume a caldo allo scopo di assicurare impermeabilità ed adesione alle superfici di contatto. Ogni giunzione sarà battuta e rifinita con appositi pestelli a base rettangolare opportunamente scaldati.

La superficie sarà priva di ondulazioni; un'asta rettilinea lunga 4 metri posta su di essa avrà la faccia di contatto distante al massimo 5 mm. e solo in qualche punto singolare dello strato. La cilindratura sarà continuata sino ad ottenere un sicuro costipamento; lo strato di usura al termine della cilindratura non dovrà presentare vuoti per un volume complessivo superiore al 10%.

## **C.2 – LAVORAZIONI DIVERSE**

### **ART. 109**

#### **INDICATORI CHILOMETRICI E BARRIERE IN CEMENTO ARMATO ED IN ACCIAIO**

Gli indicatori chilometrici ed i termini di confine saranno in conglomerato cementizio oppure in pietra, della forma e dimensione indicate nei tipi allegati al contratto; per la parte fuori terra saranno lavorati a grana ordinaria.

Gli stessi possono anche essere in acciaio, gomma o materiale plastico. Il loro collocamento in opera avrà luogo entro fosse di convenienti dimensioni, sopra un letto di ghiaia o di sabbia di altezza di cm 10 e si assicureranno nella posizione prescritta riempiendo i vani laterali contro le pareti della fossa con grossa ghiaia, ciottoli, o rottami di pietre fortemente battuti. Allorquando i paracarri siano posti a difesa di parapetti in muratura, si dovrà evitare ogni contatto immediato con i medesimi lasciando un conveniente intervallo.

In alcuni tratti del ciglio stradale a valle, o nei luoghi che la Direzione dei Lavori crederà opportuno designare, verranno eseguiti parapetti o barriere in cemento armato, della forma e dimensioni indicate sui disegni. Nei bordi esterni dei tornanti, in tutte le curve a piccolo raggio, nei tratti a scarpata ripida o fiancheggiati corsi di acqua, trincee ferroviarie, ecc., a richiesta della Direzione dei Lavori potranno impiegarsi barriere di acciaio ondulato o di altro materiale metallico delle caratteristiche e pesi stabiliti nell'elenco dei prezzi.

### **ART. 110**

#### **SEGNALETICA**

Per quanto riguarda la segnaletica l'Impresa dovrà attenersi alle disposizioni che verranno impartite di volta in volta dalla Direzione dei Lavori. Dovranno essere tenute presenti le norme che sono contenute nel regolamento di attuazione del nuovo codice della strada.

### **ART. 111**

#### **SEMINAGIONE E PIANTAGIONI**

Per le seminagioni sulle falde dei rilevati si impiegheranno, secondo la diversa natura del suolo e le istruzioni che saranno date dal Direttore dei Lavori, semi di graminacee e leguminose.

(Quando la seminagione 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, si farà passare un rastrello a punte di ferro sulle scarpate parallelamente al ciglio della strada e vi si spargerà quindi la semente, procurando di coprirla bene all'atto dello spianamento della terra). L'impresa dovrà riseminare a sue spese le parti ove l'erba non avesse germogliato. Per le piantagioni sulle scarpate o sulle banchine si impiegheranno piantine di acacia o alianto, con preferenza a quest'ultima per la sua idoneità a produrre cellulosa, ovvero ad impiantare canneti. Tali piantagioni verranno eseguite a stagione opportuna e con tutte le regole suggerite dall'arte, per conseguire una rigogliosa vegetazione, restando l'Impresa obbligata a curarne la coltivazione e, all'occorrenza, l'innaffiamento sino al completo attecchimento. Le piantine dovranno essere disposte a filari in modo che ne ricadano quattro per ogni mq di superficie. Quelle che non attecchissero, o che dopo attecchite venissero a seccare, dovranno essere sostituite dall'Impresa a proprie spese, in modo che all'atto del collaudo risultino tutte in piena vegetazione.

Le alberature stradali dovranno essere effettuate in modo da non pregiudicare eventuali allargamenti della sede stradale. Dovranno essere eseguiti previa preparazione di buche delle dimensioni minime di m 0,80 x 0,80, riempite di buona terra, se del caso drenante, ed opportunamente concimate. Le piante verranno affidate a robusti tutori a cui saranno legate con raffia. Oltre alle seminagioni fatte con mezzi ordinari si potrà procedere alla protezione delle scarpate o discariche mediante graticciate per l'ancoraggio della paglia atta a ricevere il seme che verrà ricoperto da emulsione bituminosa.



Previo scoronamento del materiale ed il congruagliamento con terreno vegetale si procederà alla creazione di graticciate in nocciolo intrecciate, quindi alla stesa della paglia nelle proporzioni di qli 100 per ettaro, alla semina di foraggiere nelle proporzioni di Kg 100 per ettaro ed alla copertura con emulsione bituminosa spruzzata nelle proporzioni di qli 200 per ettaro.

Le graticciate verranno realizzate con fasciname di nocciolo nelle proporzioni medie di qli 20 per ettaro, ancorate da paletti di castagno del diametro di cm 8-10 e dell'altezza di cm 80-100 infissi nel terreno a distanza di metri 2. Qualora il tappeto verde non si presenti regolare ed uniforme e con rigogliosa vegetazione, l'Impresa resta obbligata a provvedere al ripristino, a sua cura e spesa, in modo che all'atto del collaudo le superfici interessate risultino in piena vegetazione.

## **ART. 112**

### **CANALETTE DI SCARICO DI ACQUA PIOVANA**

In sostituzione delle canalette in zolle erbose, la Direzione dei Lavori, a suo insindacabile giudizio, potrà ordinare la fornitura e posa in opera di canalette costituite da elementi prefabbricati aventi le misure di cm 50x50x20, secondo il disegno e le istruzioni che seguono.

Gli elementi predetti saranno prodotti con macchinario a vibrocompressione in conglomerato cementizio dosato a Kg 300 di cemento tipo 325 per un metro cubo di sabbia vagliata, saranno stagionati a 28 gg. prima della posa in opera e dovranno risultare del peso di circa Kg 35 cad. Le canalette dovranno estendersi lungo tutta la scarpata, dalla banchina fino al fosso di guardia. Gli elementi prefabbricati saranno posti cominciando dal basso verso l'alto. Prima della messa in opera l'Impresa avrà cura di effettuare lo scavo di impostazione di elemento in calcestruzzo, dando allo scavo stesso la forma dell'elemento in modo che il piano di impostazione di ciascun elemento risulti debitamente costipato, per evitare il cedimento dei singoli elementi.

Alla testata dell'elemento a quota inferiore, ossia al margine con il fosso guardia, qualora non esista idonea opera muraria di ancoraggio, l'Impresa avrà cura di infiggere nel terreno due paletti di castagno della lunghezza minima di ml 0,80 con diametro in punta di cm 6. Questi verranno infissi nel terreno per una lunghezza minima di cm 60, in modo che sporgano dal terreno per circa 20 cm. La sommità delle canalette che si dipartono dal piano viabile, dovrà risultare raccordata con la pavimentazione mediante strato di conglomerato bituminoso, confezionato con dosaggi prescritti dalla Direzione Lavori e compresso in opera con adatti pestelli. La sagomatura dell'invito dovrà essere fatta in modo che l'acqua non trovi ostacoli e non si crei quindi un'altra via di deflusso.

**ART. 113**

**CLAUSOLE PARTICOLARI PER I MATERIALI DI RISULTA E CAVE DI PRESTITO**

Per lo scarico di materiali di risulta di scavi o da interventi di altro genere, non idonei od esuberanti per la formazione di rilevanti o per altro impiego, è fatto obbligo all'Impresa assuntrice dei lavori di utilizzare, a sua cura e spese, esclusivamente discariche proprie o di terzi regolarmente autorizzate dagli enti o dagli organismi allo scopo preposti e l'Impresa medesima non potrà ricorrere a dette aree finché non avrà ottenuto o verificato che tutte le autorizzazioni definitive siano state regolarmente rilasciate.

Come pure l'appaltatore non potrà aprire cave di prestito in proprio o utilizzare cave di terzi se non regolarmente autorizzate e non potrà ricorrere a queste fino a che non sarà in possesso e non avrà accertato che tutte le autorizzazioni siano state emesse.

Le discariche e le cave di prestito aperte a totale cura e spese dell'appaltatore anche se autorizzate, dovranno essere coltivate secondo le prescrizioni fissate dall'Ente che ha rilasciato l'autorizzazione.

Circa l'osservanza di quanto sopra esposto, la ditta assuntrice dei lavori si assume ogni e qualsiasi responsabilità, esonerando nel contempo l'Ente appaltante da eventuali conseguenze al riguardo, anche nei confronti di terzi.

**ART. 114****MOVIMENTO DI MATERIE PER LA FORMAZIONE DEL CORPO STRADALE  
E OPERE ANNESSE****Scavi rilevati per la formazione del corpo stradale**

Il volume degli scavi e dei rilevati occorrenti per la formazione del corpo stradale e relative scarpate e cunette secondo l'andamento di progetto o di spostamenti eventuali, per la costruzione di rampe di accesso alla strada, verrà determinato col metodo delle sezioni ragguagliate, sulla base di quelle indicate nella planimetria e nel profilo longitudinale, che saranno rilevate in contraddittorio dell'Impresa all'atto della consegna, salvo la facoltà all'Impresa ed alla Direzione dei Lavori di intercalarne altre o di spostarle a monte o a valle per meglio adattarle alla configurazione dei terreni.

In base: alle sezioni ed al profilo longitudinale contrattuale verranno determinati dei punti di passaggio fra scavo e rilevato per tenerne il debito conto nella valutazione dei relativi volumi.

Lo scavo del cassonetto nei tratti in trincea delle cunette e dei fossi di guardia sarà pagato col prezzo dello scavo di sbancamento. L'eventuale scavo del cassonetto nei tratti in rilevato si intende compensato col prezzo relativo alla formazione del rilevato stesso. Si precisa che il prezzo relativo agli scavi di sbancamento in genere, comprende il taglio delle piante, l'estirpazione delle ceppaie, radici, arbusti, ecc., lo scavo, il trasporto dei materiali a rifiuto, a reimpiego ed a deposito a qualsiasi distanza la perfetta profilatura delle scarpate, nonché tutti gli oneri derivanti dagli eventuali puntellamenti ed armature nei limiti previsti, quelli già ricordati per l'apertura e la manutenzione di strade private, diritti di passo, occupazione di terreni per depositi temporanei e definitivi, per esaurimenti d'acqua di qualsiasi importanza, ecc.

Il prezzo per lo scavo di sbancamento di bonifica verrà corrisposto solo nel caso che a richiesta della Direzione dei Lavori venga spinto a profondità superiore a cm 30 sotto il piano di campagna e solo per i volumi eccedenti a tale profondità verrà estesa la contabilizzazione del rilevato.

Nel caso di scavi di sbancamento di materie di qualsiasi natura e consistenza (con l'esclusione della sola roccia da mina) si intendono compensati nel prezzo relativo i trovanti rocciosi ed i relitti di murature di volume non superiore a mc 0,50 verranno compensati con i relativi prezzi di elenco ed il loro volume verrà detratto da quello degli scavi di materie.

Gli scavi per la formazione di cunette, fossi, canali, l'approfondimento di fossi esistenti verranno valutati e compensati col prezzo degli scavi di sbancamento. Il materiale proveniente dagli scavi in genere, in quanto idonei, restano di proprietà dell'Amministrazione Appaltante che ne disporrà come riterrà opportuno. Il loro trasporto nei luoghi di accatastamento od immagazzinamento saranno a carico dell'Impresa, intendendosi l'onere compreso e compensato coi relativi prezzi di elenco riguardanti gli scavi.

Il volume dei rilevati costruiti con materiali provenienti da cave di prestito, verrà ricavato in base alla differenza fra il volume totale del rilevato ed il volume degli scavi contabilizzato e ritenuti idonei per il reimpiego dalla Direzione dei Lavori.

Nel prezzo dei rilevati eseguiti con materiali provenienti da cave di prestito private si intendono compresi gli oneri relativi all'acquisto dei materiali idonei in cave di prestito private, alla sistemazione delle cave a lavoro ultimato, al pagamento di tutte le indennità di occupazione di terreni, le spese per permessi, oneri e diritti per estrazione dai fiumi e simili e da aree demaniali, e, per quanto applicabili, gli oneri tutti citati per gli scavi di sbancamento. Il prezzo relativo alla sistemazione dei rilevati verrà applicato al volume totale dei rilevati costruiti per la formazione della sede stradale e relative pertinenze.

Esso comprende anche l'onere della preparazione del piano di posa del rilevato quali: l'eliminazione di radici, erbe, limi e le argille contenenti materie organiche e microrganismi che sussistano sul piano di posa del rilevato stradale.

Ove sia necessario, a richiesta della Direzione dei Lavori, l'Impresa dovrà provvedere alla stabilizzazione del terreno in quanto appartenente alle categorie A/6 - A/7 o quando l'indice di gruppo del terreno non superi 10, mescolando allo strato superficiale del terreno correttivo in rapporto occorrente a realizzare per lo spessore prescritto uno strato sufficientemente compatto ed impermeabile capace di evitare rifluimenti di argilla negli strati superiori o affondamenti di questi.

Tale strato comunque dovrà essere compattato fino ad ottenere una densità del 9,5% della massima. Inoltre è compreso l'onere del rivestimento delle scarpate con terra vegetale per uno spessore di almeno 20 cm come la perfetta profilatura delle scarpate. La compattazione meccanica del rilevato sarà valutata a mc quale compenso in aggiunta a quello della formazione dei rilevati, quando detta compattazione venga esplicitamente ordinata dalla Direzione dei Lavori con apposito ordine di servizio.

Scavi di sbancamento e scavi di fondazione all'asciutto od in presenza di acqua per l'impianto di opere di arte, ecc.

Si stabilisce che per le opere da eseguire nelle trincee verranno considerati come scavi per fondazione solamente quelli eseguiti al disotto del piano orizzontale, ed inclinato, dello scavo di sbancamento. Tutti gli altri scavi eseguiti al disopra del predetto piano, se anche servono per fare luogo alle murature, verranno considerati come scavi di sbancamento e saranno pagati a metro cubo coi prezzi relativi di elenco.

Nelle opere esterne alle trincee saranno considerati scavi di fondazione quelli posti al disotto del piano di sbancamento o quelli di sotto del piano orizzontale passante dal punto più basso al terreno naturale interessante la fondazione dell'opera.

Gli scavi di fondazione saranno computati per un volume uguale a quello risultante dal prodotto della base di fondazione per la sua profondità sotto il piano orizzontale indicato all'art. 10 o come sopra è detto, e soltanto al volume così calcolato si applicheranno i vari prezzi fissati nell'elenco per tali scavi a dire che essi saranno valutati sempre come eseguiti a pareti verticali ritenendosi già compreso e compensato col prezzo unitario di elenco ogni maggiore scavo e qualunque armatura e puntellazione occorrenti. Nel caso in cui venisse ordinato che il fondo dei cavi abbia pareti scampanate, la base di fondazione di cui sopra si intenderà limitata alla proiezione delle sovrastanti pareti verticali e lo scavo di scampanatura, per il suo effettivo volume, andrà in aggiunta a quello precedentemente computato.

Coi prezzi di elenco per gli scavi di fondazione e di sbancamento agli obblighi sopra specificati e a quelli emergenti dal precedente articolo, l'Appaltatore dovrà ritenersi compensato:

- 1) di tutti gli oneri e spese relative agli scavi in genere da eseguirsi con qualsiasi mezzo; paleggi, innalzamento, carico, trasporto e scarico in rilevato o rinterro od a rifiuto a qualsiasi distanza, sistemazione delle materie di rifiuto e indennità di deposito;
- 2) delle spese occorrenti: per la regolarizzazione delle scarpate o pareti, per lo spianamento del fondo, per la formazione di gradoni per il successivo rinterro all'ingiro delle murature, sopra le fognature o drenaggi secondo le sagome definitive di progetto;
- 3) della eventuale perdita parziale ed anche totale dei leganti impiegati nelle puntellazioni ed armature di qualsiasi entità, occorrenti per l'esecuzione degli scavi di fondazione o per sostenere ed evitare franamenti di pareti di scavi di sbancamento;
- 4) di ogni altra spesa infine necessaria per l'esecuzione completa degli scavi di cui trattasi.

Gli scavi e tagli di scarpate da praticare nei rilevati già eseguiti, per la costruzione di opere murarie e di consolidamento, saranno sempre considerati e contabilizzati come scavi di sbancamento per tutta la parte sovrastante al terreno preesistente alla formazione dei rialzi stessi.

I prezzi di elenco per gli scavi di fondazione sono applicabili unicamente e rispettivamente al volume di scavo ricadente in ciascuna zona compresa fra la quota del piano superiore e quella del piano inferiore che delimitano le varie zone successive, a partire dalla quota di sbancamento fissata in uno dei modi sopraindicati e proseguendo verso il basso.

Pertanto la valutazione definitiva dello scavo eseguito entro i limiti di ciascuna zona risulterà dal volume ricadente del prezzo di elenco fissato per lo scavo nella ripetuta zona.

#### **ART. 115**

#### **MANUFATTI IN FERRO – PARAPETTI IN FERRO TUBOLARE**

I lavori in ferro profilato o tubolare saranno valutati a peso ed i relativi prezzi applicati al peso effettivamente determinato prima della posa in opera mediante pesatura diretta a spese dell'Impresa o mediante dati riportati da tabelle ufficiali U.N.I..

I prezzi comprendono pure, oltre la fornitura, la posa in opera, l'esecuzione dei necessari fori, la saldatura, chiodatura e ribattitura, le armature di sostegno e le impalcature di servizio, gli sfridi di lavorazione e una triplice mano di verniciatura di cui la prima di antiruggine e le due successive di boiacca ad olio, od altra vernice citata nell'elenco prezzi.

Per i parapetti, la valutazione verrà effettuata a peso complessivo dell'opera con tutti gli oneri esposti e tenendo presente che nel prezzo unitario è pure compresa la posa in opera.

#### **ART. 116 BARRIERE DI PROTEZIONE**

Le barriere di protezione tipo guard-rail, siano esse semplici che con corrimano, eseguite in ferro, in altro materiale metallico o in legno, verranno valutate a metro lineare di nastro per tutto lo sviluppo comprese le teste. I prezzi comprendono la fornitura e la posa in opera, l'imbullonatura, l'armatura di sostegno, l'applicazione delle teste (qualora non previsto diversamente nell'**Elenco Prezzi**) dei corrimano e per quelle in ferro la triplice verniciatura di cui la prima di antiruggine e le due successive ad olio.

Nel prezzo del nastro al metro lineare sono comprese le opere di ancoraggio sia sul terreno che su murature, salvo diversa prescrizione nell'elenco dei prezzi unitari.

#### **ART. 117 SOTTOFONDI E MASSICCIATE STRADALI**

La ghiaia ed in generale tutti i materiali per sottofondi e massicciate stradali si valuteranno a metro cubo con i prezzi di elenco relativi determinando il volume a mezzo di figure geometriche per la superficie e ritenendo come spessore la differenza di quota tra il cavo del cassonetto e la superficie cilindrata.

Il lavoro di cilindratura dei sottofondi e delle massicciate con compressore a trazione meccanica è compreso nel prezzo unitario delle stesse, qualunque sia la larghezza della striscia da cilindrare.

#### **ART. 118 PAVIMENTAZIONI IN CEMENTO E IN PORFIDO**

Le pavimentazioni in cemento e in cubetti saranno anch'essi pagati a metro quadrato coi prezzi di elenco. Sarà pagata la loro superficie vista, limitata cioè dal vivo dei muri o dai contorni, esclusa quindi ogni incassatura anche se necessaria e prescritta dalla direzione.

Nei prezzi relativi è sempre compreso il letto di sabbia o di malta, ogni compenso per riduzione, tagli e sfridi di lastre o di pietre, per maggiori difficoltà di costruzione dovuta ad angoli rientranti e sporgenti, per la preparazione, battitura e regolarizzazione del suolo; per la stuccatura e profilatura dei giunti con malta di cemento o bitumatura secondo le prescrizioni della Direzione dei Lavori e per qualunque altra opera o spesa per dare i lavori ultimati ed in perfetto stato.

I prezzi di tariffa sono applicabili invariabilmente qualunque sia, o piana o curva, la superficie vista e qualunque sia il fondo su cui sono posti in opera.

Se l'acciottolato, selciato, lastricato, o pavimentazione in cubetti dovessero posare sopra sottofondo di sabbia, malta, macadam cilindrato, calcestruzzo, questo (quando non sia diversamente disposto nella tariffa) verrà valutato a parte ai prezzi di elenco relativi a questi vari sottofondi e sostegni in muratura di calcestruzzo.

#### **ART. 119 TRATTAMENTI SUPERFICIALI E PAVIMENTAZIONI**

I trattamenti superficiali e le pavimentazioni, in genere vengono misurate in ragione di superficie.

Nei prezzi unitari relativi è compresa ogni fornitura e magistero per dare il lavoro completo con le modalità e norme che precedono e che sono richiamate nei prezzi unitari dell'annesso elenco.

**ART. 120**  
**TUBI DI CALCESTRUZZO E METALLICI**

I tubi in genere saranno pagati a ml con il relativo prezzo di elenco comprendente la fornitura e posa in opera dei tubi, ed il montaggio in opera delle condotte metalliche componibili.

**ART. 121**  
**CIGLI, CUNETTE E CORDONATE**

I cigli, le cunette e le cordonate in calcestruzzo, saranno, ove in elenco non sia stato previsto, a ml senza sovrapposizioni, comprendendo nel prezzo ogni magistero per dare le superfici viste rifinite fresche al frattazzo.

Nel prezzo di elenco sono compresi gli scavi ed il calcestruzzo di fondazione secondo i tipi di progetto, salvo diversamente indicato nell'elenco prezzi.

**ART. 122**  
**CANALETTE PREFABBRICATE PER SCARICO ACQUE PIOVANE**

Le canalette in conglomerato cementizio per lo scarico delle acque piovane, secondo il tipo prescritto, verranno valutate al ml di sviluppo misurato sull'asse. Detto prezzo comprende tutto quanto necessario per dare le canalette in opera secondo le prescrizioni del predetto articolo, compreso lo scavo di posa, relativi ancoraggi, imbocchi in conglomerato bituminoso, e quant'altro necessario per eseguire il lavoro, completo, a perfetta regola d'arte.

**ART. 123**  
**RIPRISTINI DI STRADE**

Il piano viabile delle strade interessate dalla posa delle tubazioni potrà essere ripristinato nella precedente situazione o, dietro ordine della Direzione dei Lavori, migliorato. Il ripristino verrà eseguito con particolare cura seguendo ogni accorgimento per ottenere a lavoro finito un ottimo piano viabile transitabile. Qualora il materiale dello scavo non risulti idoneo al reinterro verrà sostituito dietro ordine della Direzione dei Lavori con altro materiale e detto lavoro verrà pagato a parte con l'applicazione del relativo prezzo di elenco.

Il reinterro degli scavi verrà pagato a metro cubo di materiale riportato e sullo stesso ben costipato verrà stesa una fondazione stradale eseguita secondo le modalità descritte al precedente art. 20.

Il misto granulometrico stabilizzato e l'eventuale pietrame saranno contabilizzati a mc.

## **D - OPERE FOGNARIE**

### **D.1 – SCAVI E RITOMBAMENTI DI CONDOTTI**

#### **ART. 200**

#### **SCAVI PER CONDOTTI E MANUFATTI DI FOGNATURE E RITOMBAMENTI**

##### **Scavi per condotti**

Lo scavo per la posa di condotti dovrà essere regolato in modo che l'appoggio dei condotti stessi si trovi alla profondità indicata nei profili di consegna salvo quelle maggiori profondità che si rendessero necessarie in alcuni punti in conseguenza dell'andamento del terreno e delle esigenze di posa. Gli scavi per la posa dei condotti saranno eseguiti con mezzi meccanici e coi mezzi d'opera che l'appaltatore riterrà più conveniente con la minima larghezza compatibile con la natura delle terre e con la misura interna del condotto, ricavando opportuni allargamenti e nicchie in corrispondenza delle camerette. E' in facoltà della Direzione Lavori di ordinare che gli scavi siano eseguiti completamente a mano, cioè senza impiego di mezzi meccanici, ogniqualvolta lo scavo a mano garantisca la realizzazione di economia sul ripristino del manto stradale.

Il fondo dello scavo verrà regolarizzato secondo la prescritta livelletta. Sorgendo dell'acqua di infiltrazione dal fondo è obbligata ad eseguire a tutte sue spese, con adeguata attrezzatura, gli esaurimenti necessari. Qualora per la qualità del terreno o altro motivo fosse necessario puntellare, sbadacchiare o armare le pareti degli scavi, l'Impresa dovrà provvedersi di propria iniziativa ed a sue spese, adottando tutte le precauzioni occorrenti per impedire i franamenti e restando in ogni caso unica responsabile di eventuali danni alle persone ed alle cose. Qualora il terreno d'appoggio del tubo non risultasse idoneo, su ordine della Direzione Lavori verrà rimosso e sostituito con materiale adatto la cui fornitura in opera sarà pagata a prezzi di elenco.

Per la continuità del transito si costruiranno adeguati ponti provvisori, salvo accordi che potessero intervenire fra l'Impresa e interessati per la temporanea sospensione e diversione del transito. In particolare l'Impresa dovrà curare le necessarie segnalazioni le quali, durante la notte, saranno luminose e se occorre custodite. In caso di inevitabili interruzioni di qualche tratto di strada saranno disposti opportuni avvisi. In ogni modo l'Impresa dovrà rendere possibili, in posizioni opportune, lo scambio dei veicoli.

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

Per l'inizio dei lavori, la manomissione delle strade e piazze, per la conservazione del transito sulle strade e sui marciapiedi, per la continuità degli scolì d'acqua, per la difesa degli scavi, per l'incolumità delle persone e per tutto quanto possa avere riferimento ad occupazioni provvisorie che vadano a determinarsi sulle aree pubbliche o private e per quanto concerne la demolizione e la ricostruzione delle pavimentazioni stradali, l'Impresa deve ottenere la approvazione della Direzione Lavori ed anche il preventivo consenso per quanto di sua pertinenza, delle Autorità competenti e dei privati proprietari ed attenersi alle prescrizioni degli stessi, senza diritto a particolari compensi anche nel caso di ritardo delle autorizzazioni e consensi. In ogni caso ad evitare che il dissesto dipendente dalla apertura delle trincee e conseguente deposito temporaneo dei materiali di risulta, si estenda a tratte di eccessiva lunghezza, resta stabilito che non possano essere mantenuti aperti tronchi di trincea di estesa superiore ai metri 200.

##### **Ritombamenti di tubazioni e manufatti**

I cavi saranno riempiti normalmente dopo la costruzione dei condotti solo a seguito di esito favorevole delle prove di resistenza e di tenuta, da eseguirsi dall'Impresa a proprio carico.

I rinterri dovranno eseguirsi disponendo dapprima uno strato di materiale sciolto che verrà costipato con mezzi meccanici onde rincalzare i condotti sino a 2/3 della loro altezza; successivamente sarà eseguito il rinterro col materiale di risulta sino a completo riempimento del cavo.

E' facoltà della Direzione dei Lavori di prescrivere la sistemazione del materiale proveniente dagli scavi o da cave di prestito, con costipamento a strati di 30 cm con mezzi idonei sino a raggiungere la densità non inferiore al 90% del valore massimo ottenuto con la Prova Proctor modificata, compresa l'eventuale umidificazione necessaria, con applicazione del relativo prezzo di elenco.

In ogni caso l'Impresa dovrà provvedere a sue spese e cure e con continuità alla manutenzione dei riporti.

## **D.2 – CONDOTTE, APPARECCHIATURE: TIPI E LAVORAZIONI**

### **ART. 201**

#### **CONDOTTI PER FOGNATURE**

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

I tubi in genere ed i pezzi speciali, prima di essere calati nei cavi, dovranno essere puliti accuratamente all'interno delle materie che eventualmente vi fossero depositate e saranno battuti a piccoli colpi di martello per accertare che non vi siano rotture. La posa dei tubi e pezzi speciali entro gli scavi all'uopo predisposti ed adagiati sugli appositi sottofondi di calcestruzzo a norma dei tipi di progetto, si eseguirà facendo poggiare il manicotto di un tubo entro il fondo del bicchiere successivo, dopo eseguita la rettifica della posizione, così da ottenere che i vari pezzi risultino concentrati e perfettamente allineati. Si procederà alla formazione dei giunti come specificato dalla tecnologia descritta nei paragrafi specifici relativi al tipo di tubo adottato. Si completerà quindi l'eventuale rivestimento esterno secondo le prescrizioni e le modalità prescritte negli stessi paragrafi o nelle opere d'arte allegate agli elaborati progettuali.

I pezzi speciali devono risultare in opera a perfetta squadra, rispetto all'asse della condotta o alle pareti dei muri a cui debbono applicarsi; le relative giunzioni devono farsi rispettivamente nei modi sopra indicati.

##### **Costruzioni di condotti**

I condotti si costruiranno mantenendo il piano di fondazione costantemente all'asciutto, ove sia espressamente ordinato dalla Direzione dei Lavori. Per lo scolo delle acque nel sottosuolo si collocherà sotto il piano di fondazione un canaletto e un tubo di drenaggio, o più di uno occorrendo, o una platea di conci di calcestruzzo così da ottenere con l'esercizio della pompa (naturalmente dove abbaiarsi uno scarico opportuno) l'abbassamento della falda acquifera sotto il piano di fondazione.

Sul piano superiore della gettata di fondazione si collocheranno in giusto allineamento o livelletta, i pezzi speciali di fondo e, dopo verificata, l'esattezza della loro posa in opera, si rinalzeranno con fine malta di cemento, colandone poi altra di puro cemento nei giunti tra i due pezzi successivi.

### **ART. 202**

#### **CARATTERISTICHE DEI PRODOTTI DI GRES CERAMICO**

L'Appaltatore è tenuto a comunicare alla Direzione dei Lavori, prima di dare corso alla fornitura, le fabbriche presso le quali egli intenda approvvigionare i materiali, e le relative caratteristiche geometriche e ponderali.

Tubi, pezzi speciali, fondi fogna e mattonelle di gres ceramico devono portare impresso, in maniera indelebile e leggibile, il marchio di fabbrica, la data di fabbricazione e, per la tuberia, il diametro nominale. Essi dovranno possedere le caratteristiche di cui ai punti seguenti, avvertito che potrà essere ammesso l'accertamento di qualità a mezzo di certificati.

In difetto, gli accertamenti in ordine alle caratteristiche geometriche e all'aspetto esteriore verranno eseguite prove su un numero di elementi che consenta l'esecuzione di tutte le prove previste. Qualora l'idoneità venga dedotta da certificazioni, qualora venga comunque richiesta l'effettuazione di prove, queste saranno a carico dell'Appaltatore solo nel caso di esito negativo.

Per il collaudo della fornitura vale quanto segue.

Se tutti i campioni superano i prescritti esami, le prove hanno validità per l'intera fornitura.

Qualora il risultato di una prova sia controverso, l'Appaltatore può chiedere che la prova sia ripetuta sullo stesso numero di tubi provenienti dalla stessa fornitura.

Se i nuovi tubi superano chiaramente la prova, l'intera fornitura si intende come collaudata, altrimenti la Direzione dei Lavori è autorizzata a rifiutarla.

##### **Tolleranze**

Sulle dimensioni lineari nominali è ammessa la tolleranza di  $\pm 5\%$ . Per i tubi diritti il valore del rapporto tra la freccia di curvatura e la lunghezza non deve superare 0,01; per i manufatti a facce piane il valore del rapporto tra la freccia di curvatura, misurata in corrispondenza di una diagonale, e la lunghezza della diagonale medesima non deve superare 0,02.



### **Aspetto esteriore**

I materiali di gres ceramico devono presentarsi di impasto omogeneo, compatto anche in frattura, ben vetrificato, senza incrinature, difetti o asperità, e, percossi al martello, devono dare un suono metallico. Essi devono essere coperti totalmente o parzialmente da una vetrina esclusivamente o prevalentemente a base di silicati, cioè da una copertura vetrificata, ottenuta ad alta temperatura mediante le reazioni chimico-fisiche tra le sostanze di apporto e le argille costituenti il gres.

### **Durezza**

La durezza, sia alla superficie esterna, anche se vetrificata, che in frattura, deve risultare non inferiore al 7° posto della scala Mohs.

### **Resistenza allo schiacciamento dei pezzi speciali**

Il raccordo, chiuso all'estremità e posto in posizione orizzontale in adatto contenitore, ricoperto sopra, sotto e lateralmente con sabbia asciutta e caricato in senso verticale con una pressa che esercita la pressione di 5 Kg/cm<sup>2</sup> per un tempo di 60 minuti secondi, dopo la prova non deve presentare né rotture né incrinature.

### **Resistenza alla flessione longitudinale dei tubi**

Questa prova si effettua su tubi interi aventi diametro di 100, 120, 150, 200, 250 e 300 mm.

I tubi devono essere appoggiati su due selle di legno, rivestite di feltro per la parte a contatto col tubo. La luce fra le due selle deve essere di 700 mm.

Il carico deve essere applicato mediante una terza sella uguale alle due precedenti e sempre rivestita di feltro.

Lo spessore del feltro deve essere uguale o maggiore di 10 mm.

Il carico applicato deve essere aumentato gradualmente fino a provocare la rottura del tubo in un tempo compreso fra i limiti indicati nella tabella I. La prova è positiva se il tubo si rompe sotto il carico riportato nella tabella stessa.

### **Resistenza alla pressione idraulica interna**

I tubi interi, senza manicotto, in posizione verticale, sottoposti alle pressioni idrauliche interne di cui alla tabella II raggiunte lentamente (in non meno di 3 minuti primi) e mantenute per 60 secondi, non devono presentare in alcun punto rotture, perdite o trasudamenti.

### **Assorbimento di acqua**

La prova di assorbimento d'acqua verrà eseguita su un campione ricavato dalla parte mediana del pezzo da esaminare, in modo da conservarne l'intero spessore e ambedue le facce, interna ed esterna, vetrificate, la maggiore delle quali con una superficie compresa tra un minimo di 400 cm<sup>2</sup>, per i pezzi di minori dimensioni, ed un massimo di 2.600 cm<sup>2</sup> per quelli di maggiori dimensioni.

Il campione dovrà essere completamente essiccato in stufa ad una temperatura non inferiore a 150° C, e quindi riportato a temperatura ambiente nell'essiccatoio, pesato e successivamente immerso in acqua distillata a temperatura ambiente.

La temperatura verrà poi fatta salire al punto di ebollizione e l'acqua mantenuta per un'ora in ebollizione e quindi lasciato raffreddare naturalmente fino a temperatura ambiente.

Il provino, estratto successivamente dal bagno e asciugato con un panno asciutto, verrà ripeso.

L'aumento percentuale di peso del provino non deve essere maggiore dei valori di cui alla tabella III (media di tre determinazioni da eseguirsi su tre diversi provini).

### **Resistenza agli acidi**

Il provino deve essere ricavato dalla parte mediana del manufatto di gres e comunque da parti lontane dalle estremità almeno 15 cm; le sue caratteristiche dimensioni dovranno risultare uguali a quelle indicate per la prova di assorbimento.

Il provino deve essere anzitutto privato della vetrina e quindi macinato in un mortaio. Il materiale così polverizzato deve essere vagliato e se ne deve utilizzare la parte che passa attraverso un setaccio a 15 maglie e viene trattenuta al setaccio a 25 maglie.

TABELLA I			
RESISTENZA ALLA FLESSIONE LONGITUDINALE DEI TUBI IN GRES			
DIAMETRO DEL TUBO (cm)	DURATA DELLA PROVA (MINUTI PRIMI E SECONDI)		VALORE MINIMO DEL CARICO DI ROTTURA (*) (Kg)
10	1'00"	- 1'30"	2.150
12	1'15"	- 1'45"	2.500
15	2'30"	- 3'00"	4.500
20	3'00"	- 3'30"	5.000
25	3'00"	- 3'30"	5.000
30	3'15"	- 3'45"	5.000
(*) media di 3 prove			

TABELLA II		
RESISTENZA ALLA PRESSIONE IDRAULICA DEI TUBI IN GRES		
DIAMETRO DEL TUBO (cm)		PRESSIONE IDRAULICA (Kg/cm <sup>2</sup> )
fino a 25		2,00
oltre 25	fino a 30	1,65
oltre 30	fino a 35	1,40
oltre 35	fino a 40	1,25
oltre 40	fino a 45	1,10
oltre 45	fino a 50	1,00
oltre 50	fino a 55	0,90
oltre 55	fino a 60	0,86
oltre 60	fino a 70	0,70

TABELLA III		
ASSORBIMENTO D'ACQUA DEI TUBI IN GRES		
SPESSORE DEL MANUFATTO IN GRES (mm)		AUMENTO PERCENTUALE DI PESO
fino a 20		3.0
oltre 20	fino a 25	3.5
oltre 25	fino a 32	4.0
oltre 32	fino a 42	5.0

La porzione da sottoporre alle prove deve avere un peso non inferiore a 30 gr e deve essere lavata dalla polvere residua nel modo seguente: il materiale è posto in una capsula di porcellana ed addizionato a circa 150 cm<sup>3</sup> di acqua distillata per ogni 30 gr di solido. La capsula è scaldata in bagno di sabbia sino al punto di ebollizione dell'acqua. L'ebollizione si prolunga per un'ora. Occorre avere cura che nell'operazione non vada disperso materiale per proiezione degli spruzzi. Indi si tolgono dall'acqua e si lavano a freddo i granelli di gres con acqua distillata, almeno per quattro volte. Poi si essicca a 110° C fino a peso costante e comunque almeno per quattro ore.

Con bilancia che consenta un'accuratezza di  $\pm 0,001$  gr si pesano da un minimo di 24,9 gr ad un massimo di 25,1 grammi di materiale preparato nel modo sopra descritto e si prende nota esatta del peso riscontrato ( $P_1$ ). Indi il materiale è messo in una capsula di 11 cm di diametro e vi si aggiunge una miscela composta da: 7 cm<sup>3</sup> di acido nitrico (peso specifico 1,42), 13 cm<sup>3</sup> di acido solforico (peso specifico 1,84) e 65 cm<sup>3</sup> di acqua distillata.

Successivamente la capsula si mette in un bagno di sabbia e si scalda con precauzione, per evitare perdite di materiale per proiezione di spruzzi fino a che, dopo l'acqua, l'acido nitrico non sia evaporato, cioè fino a scomparsa dei fumi bruni e fino a che il residuo acido solforico non cominci a emettere fumi bianchi.

Questa operazione dovrebbe durare circa 2 ore. Poi la capsula e il suo contenuto devono essere lasciati raffreddare. Indi si aggiunge una miscela composta da: 10 cm<sup>3</sup> di acido nitrico (peso specifico 1,42) e 90 cm<sup>3</sup> di acqua distillata e si ripete il riscaldamento fino a che, dopo l'evaporazione dell'acqua e dell'acido nitrico, l'acido solforico non riprenda a emettere fumi bianchi. Poi si lascia raffreddare il tutto e si riprende con acqua distillata decantando con cura.

Quindi si aggiungono 150 cm<sup>3</sup> di acqua distillata e si riscalda fino al punto di ebollizione. Il ciclo di decantazione, aggiunta di acqua fredda, bollitura e decantazione deve essere ripetuto fino a scomparsa dell'acido solforico (prova al cloruro di bario) ed avendo sempre cura di non perdere sostanze solide. Dopo l'ultima decantazione, il campione deve essere essiccato a 110° fino a peso costante e ripeso con la stessa bilancia con cui fu pesato precedentemente, prendendo nota del peso riscontrato ( $P_2$ ).

La perdita di peso percentuale: 
$$\frac{P_1 - P_2}{P_1} \times 100$$

non deve essere maggiore di 1,5 (media di tre determinazioni, da eseguirsi su tre diversi provini).

### **Resistenza all'usura**

La prova deve essere eseguita a mezzo del tribometro di Amsler (materiale abrasivo carborundum), su provini delle dimensioni di 70x70 mm e dello spessore non inferiore a 7-8 mm.

Il tribometro deve essere conforme alle prescrizioni del R.D. 16 novembre 1939, n. 2234.

I provini, premuti contro il disco, ruotano, a mezzo di speciali dispositivi meccanici, intorno al proprio asse centrale verticale, in ragione di un giro del provino ogni 50 giri del disco. Come abrasivo, si usa graniglia di carborundum, umettata con olio minerale fluido (viscosità Engler compresa fra 5 e 7 a 50°C).

Il carborundum deve avere una granulometria tale da passare allo staccio con larghezza netta di maglia non inferiore a 0,15 mm, né superiore a 0,20 mm. Il consumo di carborundum e di olio deve essere rispettivamente di 20 e 12 gr al minuto primo. Sulla superficie dei provini deve gravare una pressione di 0,3 Kg/cm<sup>2</sup>. La prova eseguita con un percorso abrasivo di 600 metri, corrispondente a una durata di 10 minuti primi. L'indice di resistenza all'usura è dato dal rapporto fra il numero fisso 2,4 corrispondente all'abrasione medio di un campione medio di granito di S. Fedelino, e l'altezza dello strato abraso dal provino di gres, misurato con la precisione di 1/100 di mm.

L'indice di resistenza deve essere uguale o maggiore di 0,8 (media di tre determinazioni da eseguirsi su 3 diversi provini).

## **ART. 203**

### **TUBAZIONI IN POLIPROPILENE PER SCARICHI CIVILI E/O INDUSTRIALI**

#### **203.1 QUALITÀ DEI MATERIALI**

Il materiale base per la produzione di tubi estrusi e dei relativi pezzi speciali in polipropilene, dovrà presentare le seguenti caratteristiche:

a) proprietà fisiche: densità 0,920 gr/cm<sup>3</sup>

- b) proprietà meccaniche a 20° C:
- carico di rottura 350 Kg/cm<sup>2</sup>
  - allungamento alla rottura 700%
  - durezza Rockwell >45
- c) proprietà termiche:
- coefficiente di espansione lineare (tra 20 e 80° C) 1,5x10<sup>-4</sup>
  - conduttività termica 0,2 Cal/m h° C
- d) proprietà elettriche:
- costante dielettrica relativa 2.2+2.3
- e) additivi e stabilizzanti:
- il materiale potrà essere addittivato al nerofumo e stabilizzato con agenti anti-invecchiamento.

### 203.2 METODO DI FABBRICAZIONE DEI TUBI

I tubi dovranno essere realizzati per estrusione con adatte macchine. Particolare cura dovrà essere posta nella calibrazione in modo da evitare uno stiramento del materiale.

### 203.3 CLASSI E DIMENSIONI DELLE TUBAZIONI

Le tubazioni in polipropilene saranno calcolate in base ad una resistenza ammissibile sulla parete a 20° C, estrapolata a 50 anni, di 50 Kg/cm<sup>2</sup>, con un fattore di sicurezza 1,3.

Le tubazioni dovranno essere fornite in lunghezza di 10÷12 metri preparate per la saldatura di testa ed in rapporto alla facilità di trasporto delle stesse entro l'area dei lavori.

Ogni singola tubazione dovrà avere la marchiatura DIN.

Detta marchiatura dovrà essere completa e riportare i seguenti elementi:

Nome del fabbricante	XXXXX
Materiale	PP
Dimensioni	De x s
Data di produzione	m.a.
Normalizzazione	DIN 8077
Prove di qualità e classe di resistenza	DIN 8078

### 203.4 DIMENSIONI E TOLLERANZE SULLE DIMENSIONI

Le dimensioni sono riportate nella tabella seguente:

Diametro esterno	PN 2.5		PN 3.2		PN 4		PN 6		PN 10	
	Spessore	Peso	Spessore	Peso	Spessore	Peso	Spessore	Peso	Spessore	Peso
110	-	-	3.5	1.18	4.3	1.43	6.3	2.05	10.0	3.14
125	-	-	3.9	1.48	4.9	1.85	7.1	2.62	11.4	4.06
140	-	-	4.4	1.56	5.4	2.28	8.0	3.31	12.8	5.10
160	-	-	5.0	2.43	6.2	2.99	9.1	4.30	14.6	6.72
180	-	-	5.6	3.05	7.0	3.79	10.2	5.42	16.4	8.26
200	4.9	2.99	6.2	3.75	7.7	4.63	11.4	6.73	18.2	10.2
225	5.5	3.78	7.0	4.78	8.7	5.89	12.8	8.50	20.5	12.9
260	6.1	4.66	7.8	5.89	9.7	7.30	14.2	10.4	22.8	15.9
280	6.9	5.80	8.7	7.36	10.8	9.10	15.9	13.1	25.5	19.9
315	7.7	7.56	9.8	9.33	12.2	11.6	17.9	16.5	28.7	25.2
355	8.7	9.43	11.0	11.8	13.7	14.5	20.1	20.9	32.2	32.0
400	9.8	12.0	12.4	15.0	15.4	18.4	22.7	26.6	38.4	40.6
450	11.0	14.9	14.0	18.9	17.3	23.5	25.5	33.6	41.0	51.4
500	12.2	18.7	15.5	23.5	19.3	28.8	28.3	41.4	45.5	63.4
560	13.7	23.2	17.4	29.3	21.6	36.1	31.7	51.9	-	-
630	15.4	29.4	19.6	37.1	24.3	45.6	35.7	65.8	-	-
710	17.4	37.4	22.0	47.9	27.3	57.8	40.2	83.4	-	-
800	19.6	47.4	24.9	59.8	30.8	73.4	-	-	-	-
900	22.0	59.5	28.0	76.0	34.7	93.4	-	-	-	-
1000	24.4	73.8	31.0	93.1	38.5	115.0	-	-	-	-
1200	29.3	105.0	37.2	132.4	-	-	-	-	-	-

Le tolleranze sono le seguenti:

- a) Sullo spessore  $S = + (0.1 \times S + 0,2) \text{ mm}$  (arrotondamento al 1/10 mm);
- b) Sul diametro esterno medio di:  $+ 0,009 D$ .

### **203.5 PROVE, COLLAUDI E NORME**

A completamento di quanto più sopra specificato, valgono le seguenti norme per prove e collaudi sui materiali, tubazioni in opera e saldature:

- per il dimensionamento: norme DIN 8077;
- per prove e collaudi sul prodotto finito: DIN 8078;
- per esecuzione delle saldature: DIN 16932 e le specifiche dell'Istituto Olandese per la saldatura (IIW-XVI "Procedure qualification for welding of h.d. PE pipe" 71/E).

Le prove per accertare la corrispondenza alle specifiche precedenti saranno eseguite nel numero di una per ogni partita di tubazioni da un Istituto ufficiale specializzato, a giudizio della Direzione dei Lavori ed in presenza di un suo rappresentante, sia sui prodotti di una stessa partita giacenti presso il fabbricante, sia sulle tubazioni giacenti in cantiere o finite in opera.

I campioni prelevati per le prove saranno numerati, marcati, catalogati e registrati in apposito registro ed i certificati emessi dall'Istituto dovranno riportare, oltre i risultati, la data di esecuzione delle prove, il numero dei campioni e quant'altro serve ad identificare le partite di fornitura.

La Direzione dei Lavori verificherà inoltre su base statistica i tubi ricevuti in cantiere per verificare la rispondenza alle prescrizioni dimensionali, cui al precedente punto.

Sarà verificata una barra ogni 10; se si risconteranno valori fuori tolleranza il controllo sarà ripetuto su altrettante barre. Nel caso che anche queste siano fuori tolleranza, il lotto di barre sarà scartato.

L'Appaltatore dovrà fornire a sue spese la manodopera e l'assistenza necessaria (prelievo e fornitura dei campioni, trasporto all'Istituto, ecc.) apparecchiature per prove in cantiere, per l'esecuzione delle prove stesse. Tutti gli oneri derivanti dalle operazioni per prove e collaudi, nonché il costo delle prove presso l'Istituto, saranno a carico dell'Appaltatore.

### **203.6 CERTIFICATI DI PROVA E DI QUALITÀ**

I certificati di prova e di qualità emessi da Istituto ufficiale e presentati all'Appaltatore, saranno ammessi qualora il fabbricante dei tubi in polipropilene sia in grado di dimostrare l'uniformità nel tempo della propria produzione.

In ogni caso non saranno ammessi certificati risalenti ad oltre un biennio precedente la data di fornitura e subordinati alla dimostrazione che i tubi vennero prelevati e contrassegnati da un delegato dell'Istituto in cui sono state eseguite le prove.

In detti certificati verranno riassunte tutte le caratteristiche dei tubi forniti e cioè per ogni carica di estensore:

- numero della carica e data di produzione;
- nome e caratteristiche del granulato;
- valori del melt-index e della perdita di umidità;
- dimensioni nominali e tolleranze max;
- valori min e max misurati sul diametro e sugli spessori;
- marchiatura;
- classe di resistenza e risultato delle prove di scorrimento a pressione interna.

L'accettazione di tali certificati non esclude che, a giudizio della Direzione dei Lavori, possano venire eseguite ulteriori prove di cantiere.

### **203.7 SISTEMI DI GIUNZIONE PER TUBAZIONI IN PP E LORO ESECUZIONE**

#### **Saldature testa a testa per polifusione con termoelementi**

La saldatura con termoelementi è idonea per la saldatura di testa di tubi e/o lastre piane.

I termoelementi sono piastre in acciaio inox o in lega di alluminio, rivestite con tessuto di PTPE e fibra di vetro, riscaldati con resistenze elettriche (consumo 0.75 W/cmq ca.).

I termoelementi possono essere anche riscaldati con fiamma a gas o in camera calda.

Il controllo della temperatura di riscaldamento potrà essere fatto con gessi o matite termocromatiche.

Per ciascun tipo di materiale plastico, variano le temperature del termoelemento e la pressione necessaria all'unione dei pezzi.

Per il PP si hanno i seguenti valori medi:

- Temperatura superficiale del termoelemento	$^{\circ}\text{C } 215 \pm 10$
- Tempo di riscaldamento maggiore di sec. (in relazione allo spessore)	$35 \pm 60$
- Pressione durante il riscaldamento	$\text{Kg/cmq } 0.75$
- Pressione saldatura	$\text{Kg/cmq } 1.5$

Le testate delle tubazioni dovranno essere preparate per la saldatura di testa con le modalità seguenti:

- Controllo dell'ortogonalità dello smusso di testata rispetto all'asse del tubo.
- Se tale ortogonalità non esiste, o se occorre tagliare uno spezzone di tubo, occorre adoperare seghe che possono essere manuali per i piccoli diametri e a nastro o circolari per i diametri e gli spessori più alti.
- Lo smusso va rifinito con carteggiatura, prima grossolana e poi relativamente fine in modo da ottenere una superficie pulita.
- Usando dischi abrasivi elettricamente o pneumaticamente, occorre esercitare poca pressione in modo da evitare il riscaldamento del pezzo.

I due pezzi da saldare vengono quindi allineati e bloccati con due ganasce collegate da un sistema che ne permetta l'avvicinamento.

Tale sistema dovrà poter dare una pressione controllata sulla superficie di contatto.

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

Il materiale passerà allora allo stato plastico formando un leggero rigonfiamento. Successivamente viene estratto il termoelemento e i due lembi verranno spinti uno contro l'altro finché il materiale non sarà ritornato allo stato solido.

### **Saldature a gas caldo**

La saldatura a gas caldo avviene con l'apporto di materiale uguale al materiale da saldare.

Il materiale base e quello di apporto vengono portati allo stato pastoso mediante soffiatura sulla bacchetta e sulla zona da saldare di gas compresso (generalmente aria disoleata e deumidificata) riscaldato.

Le bacchette di apporto sono fornite in tondino da 2 a 5 mm in forma ovale o triangolare.

Occorre un accurato controllo della temperatura della corrente per un buon risultato della saldatura.

Prima della saldatura le superfici da saldare e il cordone di apporto devono essere accuratamente puliti.

Per il PP si consigliano le seguenti temperature e velocità di saldatura:

ugello rotondo: $^{\circ}\text{C } 240 \pm 10$	$\text{cm/min } 12 \pm 20$
ugello rapido: $^{\circ}\text{C } 250 \pm 10$	$\text{cm/min } 40 \pm 60$

#### *a) Saldatura con ugello rotondo*

Il filo del materiale di apporto viene tagliato di sbieco ad una estremità e riscaldato (insieme ai pezzi da saldare) nella corrente di gas caldo.

Appena tale estremità è sufficientemente pastosa, la si appoggia nella zona di saldatura con una leggera pressione; si continua poi il riscaldamento con un movimento pendolare, appoggiando la bacchetta di apporto che verrà mantenuta leggermente curva con un angolo di incidenza inferiore ai  $45^{\circ}$ .

Il cordone ben saldato avrà generalmente larghezza da 5 a 8 mm e un aspetto semilucido.

Cordoni eccessivamente riscaldati avranno un aspetto untuoso.

#### *b) Saldatura con ugello da saldatura rapida*

La saldatura con tale ugello differisce per il solo fatto che il cordone di materiale d'apporto viene guidato dallo stesso ugello, anziché a mano, permettendo velocità di saldatura più elevata.

Possono essere usate anche bacchette a sezione triangolare (saldatura in passata unica) ma in questo caso il personale dovrà essere particolarmente qualificato.

#### *c) A sezioni differenziate*

Sezione libera per l'altezza (H-H<sub>1</sub>)

Primo piano di lavoro realizzato a tale altezza

Scavo di sezione controllata  $B \times H_1$ .

Occorre tenere presente che, in caso di profondità di posa elevate (da 2 ½ a 5 metri di copertura sul tubo) la sezione di scavo in corrispondenza del tubo stesso dovrà essere mantenuta al minimo ( $D \div 20 \text{ cm} < B < D \div 100 \text{ cm}$ ).

Per coperture maggiori di 5-6 m, si dovrà mantenere  $B < D \div 30-40 \text{ cm}$ .

Per terreni molto compatti (argille, ecc.) si adotterà lo scavo con sezione come al punto a); per terreni meno consistenti si adotteranno i tipi di scavo indicati al punto b) e c), cercando sempre di mantenere al fondo scavo una sezione rettangolare  $B \times H_1$ .

Il fondo ed i fianchi dello scavo (i fianchi almeno per un'altezza pari a  $D \div 20 \text{ cm}$ ) dovranno essere accuratamente puliti dalle pietre sporgenti, tronchi o rami, ecc.

Il fondo scavo dovrà essere portato almeno 10 cm sotto alla quota di posa tubo.

Verrà quindi riempito con 10 cm di sabbia ben livellata.

### **Condotte in pressione**

Non vi sono particolari problemi di rifinitura del fondo scavo, né di compattazione della sabbia.

### **Condotte a gravità**

Occorre mantenere molto bene la livelletta del fondo scavo ed essere sicuri che il tubo verrà posato alla quota esatta.

Per ottenere un buon risultato, prima del riempimento del fondo con sabbia, occorre prevedere un supporto perfettamente in quota almeno ogni 10 cm.

Tali supporti potranno essere realizzati:

a) *con sacchetti di juta riempiti di sabbia e cemento.*

Viene formato uno o più strati di sacchetti (per una larghezza di  $20 \div 30 \text{ cm}$ ) che viene compattato a mano e portato alla quota di posa. Successivamente i sacchetti vengono bagnati in modo da ottenere un buon assestamento.

b) *con selle in cemento prefabbricate.*

Le selle saranno posate su uno strato di magrone in modo da realizzare la quota esatta e la superficie di contatto col tubo dovrà essere protetta con fogli di plastica.

La sabbia verrà quindi gettata tra i supporti e ben compattata (p.e. col dorso del cucchiaio di un escavatore, o a mano).

Il controllo della quota verrà eseguito tirando una funicella tra un supporto e l'altro.

La tolleranza sulle quote sarà data nei disegni di progetto.

## **203.8 POSA – RIEMPIMENTO DELLO SCAVO**

### **Posa**

La posa delle condotte, saldate e preparate sul fianco dello scavo e collaudate, avverrà appena lo scavo sarà completato e rifinito.

Si potrà agire con due sistemi:

a) *Abbassamento con capre.*

Un'estremità della tubazione verrà sollevata da una gru e spostata sull'asse dello scavo.

In tale posizione sarà montata una capra a cui la tubazione verrà sospesa.

La gru solleverà quindi il tubo a circa  $10 \div 15 \text{ m}$  di distanza, spostando sul centro scavo dove sarà fissato ad una seconda capra.

Il procedimento sarà ripetuto per una terza volta.

Successivamente con la prima capra si abbasserà il tubo sul fondo, mentre verrà mantenuto a mezza altezza dalla seconda.

Si inserirà una quarta capra, si abbasserà il tubo sul fondo con la seconda a mezza altezza con la terza. Il procedimento viene proseguito quindi allo stesso modo.

*b) Abbassamento con mezzi d'opera.*

Il tubo viene agganciato da tre gru a intervalli di  $15\div 20$  m e sollevato a circa  $1.20\div 1.30$  da terra.

Le gru spostano quindi il tubo verso lo scavo e lo posizionano sull'asse scavo. La prima lo deposita quindi sul fondo mentre la seconda lo mantiene a mezza altezza e la terza nella posizione originale.

La prima gru si sposterà quindi a monte della terza ed il procedimento verrà quindi ripetuto.

N.B. Se il tubo è di piccolo diametro e lo scavo poco profondo, si potrà eseguire la posa anche a mano.

### **Periodo di posa**

Dato il sensibile allungamento del PP con i salti termici, sarà consigliabile eseguire la posa o nelle ore serali, o al mattino, con temperature prossime a quelle riscontrabili nell'esercizio delle condotte ( $10\div 20^\circ$ ). Occorre tenere presente questo fatto anche per il posizionamento di collegamenti flangiati e nel caso esistano punti fissi.

### **Posa di condotte a gravità**

Mentre per condotte in pressione non esistono problemi di regolarità di posa, per quelle a gravità occorre conservare una livelletta costante.

Sono previsti supporti o in sacchetti o in cemento.

Una volta posato il tubo, con una livella a bolla opportunamente calibrata, verrà controllata l'inclinazione e visivamente la linearità della condotta.

Nel caso di inclinazione sbagliata, essa verrà corretta o inserendo sacchetti sotto il tubo, o abbassando il piano di posa. Questa operazione dovrà essere eseguita immediatamente prima del riempimento.

### **Riempimento dello scavo**

Si possono presentare diverse condizioni di scavo e riempimento.

Genericamente parlando, il tubo dovrà essere ricoperto fino a  $0.5\div 1$  m sulla generatrice superiore da sabbia o terra argillosa priva di pietre appuntite, ben compattata a strati di  $20\div 30$  cm, o inglobato in cemento per coperture inferiori a 0.5 m.

*a) Zone non soggette a traffico e zone coltivate*

*Copertura inferiore a 1.50 m*

Il riempimento potrà essere eseguito con terra ben vagliata o sabbia, compattata con cura soprattutto nella parte inferiore del tubo.

In genere sarà sempre preferibile la sabbia almeno fino a  $10\div 15$  cm dalla generatrice superiore, seguita da argilla o terra vagliata per altri  $15\div 20$  cm e poi terreno normale.

Se sulla superficie del terreno la condotta non è segnalata, sarà opportuno gettare, a quota  $-0.30\div 0.40$  una soletta di cemento spessore 5 cm, a protezione del tubo.

*Copertura superiore a 1.50 m*

Si esegue il riempimento, come sopra, fino a 0.3 m sul tubo e quindi si prosegue con terreno normale leggermente compattato. Nel primo strato (sopra la sabbia) sarà da evitare la presenza di pietre.

*b) Zone soggette a traffico leggero, strade secondarie, banchine e marciapiedi*

*Copertura inferiore a 1.00 m*

Riempimento con sabbia fino a 0.50 m sopra il tubo, poi una soletta in calcestruzzo leggermente armato spessore  $5\div 8$  cm, poi a finire il terreno preesistente.

*Copertura tra 1 e 2 m*

Riempimento con sabbia fino a 0.5 m sul tubo, poi terreno normale con compattato fino a quota  $-0.50$  m dal piano preesistente, indi massicciata di tipo stradale ben compattata estesa  $0,25\div 0,20$  m oltre i lati di scavo.



### *Copertura oltre 2 m*

Riempimento con sabbia per 0,5 m, poi riempimento normale leggermente compattato.  
Per finire, ripristino della superficie preesistente.

#### c) Zone soggette a traffico pesante

Tubazione disposta ortogonalmente all'asse strada, qualunque profondità

- 1) Bloccaggio con magrone vibrato fino a 25 cm sulla generatrice superiore del tubo, poi ripristino della superficie stradale.
- 2) Protezione con controtubo in cemento, di diametro interno uguale al diametro del tubo in PE più 10 cm, bloccato su selle o con supporti in magrone, poi ripristino c.s.

Tubazione longitudinale

### *Copertura fino a 1 m*

Bloccaggio con magrone (spessore 25 cm sopra il tubo) poi ripristino della massicciata.

### *Copertura oltre 1 m fino a 2 m*

Bloccaggio con sabbia molto ben compattata per circa 1 m, poi rifacimento della massicciata stradale con ripresa per circa 30 cm dai due lati dello scavo.

### *Copertura oltre 2 m*

Bloccaggio con sabbia ben compattata per  $0,70 \div 0,80$  m; poi terreno naturale mediamente compattato, poi ripristino della superficie stradale.

## **Compattamento**

Il compattamento, fino a circa  $2/3$  del tubo dovrà essere particolarmente curato, eseguito a mano, cercando di evitare lo spostamento del tubo.

Il primo strato sopra il tubo ( $15 \div 20$  cm) sarà pure eseguito a mano.

Gli strati superiori potranno essere compattati con macchine leggere.

La sabbia compatta dovrà presentare un'ottima consistenza e una buona uniformità.

Nel caso che lo scavo, per qualche ragione, risulti più largo di  $D \div 1$  m, esso potrà essere rinfiato, fino alla quota prevista per la sabbia, con terreno di riporto ben compattato, lasciando ai fianchi del tubo circa 25 cm per parte da riempire con sabbia.

## **Inizio del riempimento**

Il riempimento (almeno per i 50 cm sopra il tubo) dovrà essere eseguito, su tutta la condotta, nelle medesime condizioni di temperatura esterna.

Il riempimento non dovrà essere fatto nelle ore più calde della giornata e dovrà essere eseguito con il tubo possibilmente fase di raffreddamento.

Si procederà sempre a zone di  $20 \div 30$  m, avanzando in una sola direzione e possibilmente in salita; si lavorerà su tre tratte adiacenti e verrà eseguito contemporaneamente il ricoprimento (fino a quota 50 cm sul tubo) in una zona, il primo ricoprimento (fino a  $15 \div 20$  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 (variazione massima  $6 \div 7$  °C nella giornata) con sole coperto.

Si potranno eventualmente, in giornate molto calde, mantenere coperte le tubazioni con stracci umidi man mano che si avanza con il lavoro.

Una delle estremità della tratta di condotta dovrà sempre essere mantenuta libera di muoversi e l'attacco dei pezzi speciali dovrà essere eseguito dopo che il ricoprimento è stato portato a  $5 \div 6$  m dal pezzo stesso.

## **Posa in zone paludose o in scavo pieno d'acqua**

### *a) Tubazione in pressione*

Il tubo si porta in galleggiamento nello scavo, appesantito con collari e si affonda riempiendolo d'acqua.

Per le condizioni dello scavo vale quanto già detto.

Il riempimento verrà effettuato con terra e con lo stesso materiale di scavo, purché privo di pietre e di oggetti appuntiti.

#### *b) Condotte a gravità*

Per le condotte a gravità il problema è più difficile.

In linea di massima si ritiene opportuno posare il tubo, opportunamente appesantito, nello scavo asciugato con opportuni mezzi.

Ogni 10÷15 m sarà opportuno inserire un sistema di ancoraggio che blocchi l'eventuale sollevamento o abbassamento del tubo.

Il mezzo ideale sarebbe costituito da "ancore", costituite da viti o coclee in lamiera, affondate per circa 3÷4 m (o più per terreni molto fluidi) nel terreno ai lati del tubo, che mantengono il tubo in posizione a mezzo di una staffa circolare che aggancia il tubo stesso.

Se invece il terreno, pur presentando una falda freatica elevata, è molto consistente, basterà l'appesantimento avendo però l'accortezza di posare i blocchi su gettate di magrone in modo da distribuire il carico sul terreno proporzionalmente ai valori ammissibili.

Il riempimento potrà essere effettuato con lo stesso materiale di scavo, ripulito dalle pietre e trovanti.

Occorre ricordare che il carico del terreno bagnato sul tubo è maggiore di quello del terreno in condizioni normali.

Occorre quindi non superare altezza di ricoprimento di 3 m per tubi di grosso diametro, 4 m per tubi di diametro minore.

### **203.9 COLLAUDO IDRAULICO DI TENUTA**

#### **Collaudo di condotte a pressione**

Le condotte in pressione devono essere collaudate in 2 fasi: una prima volta, prima della posa, per un controllo di tenuta; successivamente in pressione sull'intero sistema.

#### *a) Collaudo idraulico di tenuta*

Le sezioni di condotta, prefabbricate lungo lo scavo, in sezioni complete di 250÷300 m, verranno tappate con idonei sistemi.

Se le estremità sono flangiate, verranno fissate, sulle flange, controflange cieche su cui sarà fissato un bocchello munito di valvola per il riempimento della sezione di condotta. Altrimenti si salderà sulle estremità delle sezioni una piastra in polietilene, anch'essa dotata di bocchello. Tutte le eventuali derivazioni verranno pure chiuse.

La sezione verrà riempita con acqua e portata in pressione (0,5÷1 Kg/cmq) con una pompa a mano.

La pressione verrà mantenuta per 3-4 ore e nel frattempo verranno controllate tutte le saldature per scoprire eventuali perdite. Nel caso di perdite, dopo le riparazioni, il collaudo verrà ripetuto.

#### *b) Collaudo idraulico finale*

Una volta posata la condotta ed effettuati tutti i collegamenti (per tratti di almeno 4÷5 Km), la condotta stessa verrà chiusa alle estremità rimaste libere e verrà portata in pressione.

Le pressioni saranno pari al 95% delle pressioni limite della serie UNI o DIN utilizzate.

Essa verrà mantenuta per almeno 4 ore, in condizioni pressappoco stabili di temperatura ambiente (p.e. riempimento nelle ore serali e collaudo nelle prime ore della mattina).

La pressione dovrà essere continuamente controllata con un manometro di precisione e dovrà conservarsi stabile per tutto il periodo di collaudo.

Nel caso di cadute di pressione, osservate nel periodo di collaudo, la pressione originale verrà ristabilita ed il collaudo ripetuto; si cercherà quindi di individuare le perdite.

Dopo la loro eliminazione, si procederà ad un ulteriore collaudo.

**ART. 204**  
**RIVESTIMENTO INTERNO TUBAZIONI IN CALCESTRUZZO CON RESINE**

Il rivestimento interno per le tubazioni fognanti in calcestruzzo dovrà essere costituito da un sistema sintetico liquido bicomponente a base epossidica di tipo aromatico, catalizzato con agente indurente di natura ammino-aromatica, privo di solventi, diluenti reattivi e plastificanti, fillerizzato ad ottenere sufficiente tixotropia e resistenza all'usura. La rispondenza del sistema a quanto sopra esposto verrà verificata con le seguenti modalità di riscontro:

- Determinazione della densità dopo maturazione completa (7 gg) a  $23 \pm 2$  °C ed umidità relativa del  $65 \pm 5\%$ .  
L'accettazione del prodotto sarà legata all'ottenimento di un valore di:  $1,6 \pm 0,1$  Kg/dm<sup>3</sup>.
- Determinazione del punto Martens (secondo norma UNIPLAST-UNI 4281 ottobre 1959, con apparecchiatura Heat Resistance Tester Type Martens).  
L'accettazione del prodotto sarà legata all'ottenimento di un valore di:  $36 \pm 1$  °C.
- Determinazione del residuo secco (secondo norma UNICHIM n. 79/1969 ove si modifichi in questa il valore della temperatura di prova che passerà dai 160 °C ai richiesti 120 °C).  
L'accettazione del prodotto sarà legata all'ottenimento di un residuo in peso maggiore del 98%.
- Determinazione della tixotropia (mediante misura di viscosità a 60 °C con tazza Ford 4).  
L'accettazione del prodotto sarà legata alla verifica della sua tixotropia.
- Determinazione dell'adesione su calcestruzzo (secondo normative del Laboratoire Central des Ponts et Chaussées "Mesure de l'aderence de Chapes en film mince sur support en beton". Prova a strappo con apparecchiatura Elcometer Adesion Tester).  
L'accettazione del prodotto sarà legata al verificarsi di rottura coesiva del supporto (cemento 425 dosato a 300 Kg/m<sup>3</sup>).
- Determinazione di resistenza all'abrasione (mediante apparecchiatura TABER MODEL 503 ABRASER con impiego di mole tipo CS 10 con peso sovrapposto di 500 gr. per una durata del test di 500 giri).  
L'accettazione del prodotto sarà legata all'ottenimento di un valore di TABER INDEX 200 inferiore o al massimo eguale a 85.
- Determinazione del carico unitario di rottura per urto (mediante caduta di sfera con impiego di apparecchiatura ERICHSEB tipo 304).  
L'accettazione del prodotto sarà legata alla verifica della rottura per un valore di  $0,3 \pm 0,05$  Kgm (supporto in calcestruzzo dalle dimensioni 100x100x30 mm, confezionato con cemento 425 dosato a 300 Kg/m<sup>3</sup>).
- Determinazione di assorbimento d'acqua (secondo normative UNI 4292).  
L'accettazione del prodotto sarà legata all'ottenimento di un valore inferiore allo 0,28 in peso.

La rispondenza del prodotto ai requisiti sopra esposti costituirà garanzia per la sua resistenza alle specifiche aggressioni chimiche proprie di una condotta mista.

Ciò nonostante il prodotto dovrà superare, in questo campo, tutte quelle ragionevoli prove che verranno di volta in volta concordate con la Committente.

Il sistema così definito dovrà essere applicato a spruzzo sulla superficie interna di tubazioni, di qualsiasi diametro commercialmente in uso, ricoprendola per uno spessore minimo di 600 micron.

La spruzzatura del prodotto dovrà essere preceduta da una accurata pulizia del supporto.

**ART. 205**  
**CARATTERISTICHE DELLE CANALIZZAZIONI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO SEMPLICE**

**A) PRESCRIZIONI RELATIVE ALLA FORNITURA**

**1. Definizione**

Appartengono a questa categoria, e sono soggetti alle seguenti norme, i condotti in conglomerato cementizio nei quali o non esiste armatura metallica, ovvero la stessa sia prevista esclusivamente per le necessità di trasporto o di posa, non essendo richiesta alcuna sua specifica funzione statica nelle condizioni d'uso dei manufatti.

## **2. Forme**

Sono normalizzati in questo articolo le canalizzazioni ed i pezzi speciali, con giunti a maschio e femmina, aventi le seguenti forme:

*Tipo A:* tubo circolare con piede.

*Tipo B:* tubo circolare senza piede.

*Tipo C:* tubo ovoidale con piede.

*Tipo D:* canalette tronco-ovoidali con piede.

*Tipo E:* pezzi speciali per le immissioni laterali.

## **3. Dimensioni e tolleranze**

Le dimensioni e tolleranze risultano dalla tabella IV, con le seguenti avvertenze:

- per scarto delle superfici frontali si intende la massima distanza tra le superfici frontali e i piani perpendicolari all'asse e tangenti alle superfici stesse;
- nei giunti gli spigoli interni devono essere leggermente arrotondati con raggio fino a 5 mm.

Curve ed immissioni: è ammesso l'uso di pezzi speciali curvi solo per condotti di tipo circolare e fino a diametri di 300 mm; per condotti ovoidali e dimensioni superiori le curve verranno realizzate con calcestruzzo gettato in opera.

L'appendice dei pezzi speciali d'immissione dovrà avere diametro interno di 100, 125, 150, 200 mm e formare un angolo di 45° con l'asse del tubo e di 10° con l'orizzontale.

## **4. Provenienza dei tubi**

I tubi dovranno essere fabbricati da ditta specializzata, in apposito stabilimento, adoperando idonee apparecchiature. Ferme restando le responsabilità che competono, ai sensi della Legge 05.11.1971 n. 1086 e leggi successive, la Direzione dei Lavori si riserva di effettuare una ricognizione presso lo stabilimento di produzione onde accettare i metodi di lavoro e le caratteristiche generali della produzione ordinaria del Fornitore.

## **5. Prescrizioni costruttive**

### *Leganti*

Nella fabbricazione dei tubi dovrà essere usato il legante prescritto dalla Direzione dei Lavori in relazione alle caratteristiche dei liquami, del terreno e dei carichi.

### *Inerti*

Gli inerti dovranno rispondere ai requisiti generali di accettabilità ed essere conservati separati, in un congruo numero di classi granulometriche, in relazione ai tipi di condotto da realizzare ed alle relative condizioni di impiego.

### *Additivi*

Gli additivi che avessero effetto impermeabilizzante o influissero sulla presa del calcestruzzo possono essere usati solo con il consenso della Direzioni dei Lavori, ma in misura non superiore all'1% in peso del cemento.

### *Armatura*

Le eventuali armature di trasporto devono essere coperte da almeno 15 mm di calcestruzzo.

### *Impasti*

Si richiamano le prescrizioni relative ai manufatti in conglomerato cementizio.

## **6. Prescrizioni sul trasporto**

I tubi in conglomerato cementizio semplice dovranno essere adeguatamente protetti dagli urti durante le operazioni di trasporto.

### *Carico e scarico*

Il carico e lo scarico possono essere eseguiti a mano solo per i tubi più piccoli; per quelli più grandi si richiede l'uso di carrelli elevatori e ganci.

### *Spostamenti in cantiere*

In cantiere i tubi debbono essere spostati su carrelli o con rotolamento. Precisamente:

- i tubi di media grandezza, rotondi o ovoidali, vengono fatti rotolare per mezzo di travi di legno in modo tale che il piede dei tubi rotondi o la parete laterale di quelli ovali non possano urtare contro il

terreno.

- i tubi più grandi (con dimensioni rispettivamente maggiori di 700 mm o di 600x900) vengono fatti rotolare esclusivamente su cilindri disposti sopra tavole di legno.

In cantiere i tubi vengono disposti in cataste o lungo la fossa da scavare, ad una distanza da essa tale da impedire che vengano ricoperti dal terreno scavato e costituiscano un sovraccarico eccessivo per la parete dello scavo. In caso di gelo, se i tubi sono all'aperto, ci si deve preoccupare che non gelino assieme al terreno e che in essi non si raccolga acqua.

## B) PRESCRIZIONI DI QUALITA'

### 7. Caratteristiche generali

I tubi devono essere confezionati con conglomerato di caratteristiche uniformi, avere superfici interne specularmente lisce ed estremità piene ed a spigoli vivi, con la fronte perpendicolare all'asse del tubo.

### 8. Resistenza meccanica

La prova di schiacciamento al vertice va eseguita su condotti aventi larghezza pari a quella nominale, secondo le modalità prescritte al successivo paragrafo 12.1.

I valori minimi da raggiungere risultano dalla 4<sup>a</sup> colonna della tabella V.

I valori ottenuti con la prova a flessione su frammenti da eseguirsi secondo quanto prescritto da apposita normativa non possono essere univocamente correlati alla resistenza allo schiacciamento. La loro interpretazione può essere demandata solo ad un qualificato laboratorio di prove materiali, previo esame di tutte le circostanze influenti sulla prova.

### 9. Impermeabilità

Sono da considerare impermeabili gli elementi che, sottoposti a prova con le modalità rispettivamente descritte ai paragrafi 12.2, assorbano, dopo permanenza per 15 minuti alla pressione di 5 m di colonna d'acqua.

Se i tubi interi, un volume d'acqua, per metro di lunghezza contenuto nei limiti indicati nella seconda colonna della tabella V.

Se frammenti, un volume d'acqua, per decimetro quadrato di superficie, contenuto nei limiti riportati alla 3<sup>a</sup> colonna della tabella V. In entrambi i casi, la comparsa di macchie di umidità o di singole gocce sulle superfici esterne non è determinante ai fini del risultato della prova; nessun valore potrà tuttavia scostarsi dalla media in misura superiore al 30%.

## C) PRESCRIZIONI SULLE PROVE

### 10. Prescrizioni generali

Dalla Direzione dei Lavori potranno essere richieste all'Appaltatore certificati di prove eseguite sui tubi della produzione ordinaria da un laboratorio ufficiale o da un istituto specializzato a prove dirette da eseguirsi sui tubi delle diverse classi della fornitura.

Per le prove dirette i tubi vengono divisi in tre classi dimensionali:

- 1) Tubi piccoli con  $\phi$  interno fino a 500 mm compreso;
- 2) Tubi medi con  $\phi$  interno tra 500 e 1000 mm compreso;
- 3) Tubi grandi oltre i 1000 mm.

L'Appaltatore è tenuto a fornire gratuitamente sostenendo le relative spese, un numero di tubi pari ad un minimo di 3 tubi per classe fino ad un massimo di 0,5% del numero dei tubi di ciascuna classe della fornitura.

### 11. Misure

Prima dell'esecuzione delle prove di resistenza allo schiacciamento e di impermeabilità, si devono controllare l'aspetto ed il colore dei tubi. Accertato quindi che essi siano liberati da ogni residuo di umidità, si passa al controllo metrico del diametro dello spessore, della lunghezza, della curvatura delle generatrici e della deviazione delle superfici frontali.

### 12. Prova di resistenza meccanica su tubi interi (schiacciamento al vertice)

Prima di questa prova i condotti devono essere mantenuti umidi per almeno 24 ore, operandosi, in genere, subito dopo la prova di impermeabilità. L'elemento va collocato su due travetti in legno duro, posti ad una distanza interna pari a 0,3 volte il diametro nominale, sopra il supporto rigido di un'apposita apparecchiatura; l'asse va applicato al centro di rotazione di un ripartitore regolabile e indeformabile in legno duro, collocato sul vertice, lungo la generatrice superiore. Le travi d'appoggio o di ripartizione del carico devono essere lunghe quanto il tubo e presentare in corrispondenza del risalto o del bicchiere, scanalature idonee ad evitare che tali parti abbiano a risultare caricate.

Tra le superfici d'appoggio delle travi stesse e quelle esterne del tubo deve essere steso un sottile strato di gesso, così da consentire l'uniforme ripartizione degli sforzi. Le superfici di trasmissione delle sollecitazioni sono in funzione dei diametri nominali; precisamente, per la larghezza del ripartitore e dei travetti in legno si assumeranno i valori riportati dalla tabella V.

Il carico deve essere applicato gradualmente, raggiungendo i valori di prova in due minuti.

### **13. Prove di impermeabilità su tubi interi**

Prima della prova, i tubi devono essere tenuti per 24 ore in posizione verticale, riempiti d'acqua fino al collarino d'incastro e ricoperti di stracci umidi. I tubi vengono poi sistemati verticalmente o orizzontalmente, in un dispositivo per il controllo della pressione interna ed entrambe le estremità vengono chiuse a tenuta stagna con piastre di otturazione reciprocamente collegate. Nei tubi con giunto ad incastro, il volume di prova è quello compreso tra il fondo dell'incavo e l'estremo lembo del risalto, mentre nei giunti a bicchiere va dal fondo del bicchiere all'estremità opposta del tubo. Il dispositivo di prova deve essere previsto almeno di uno sfiato e di un raccordo per il riempimento nonché di una presa per manometro. La misura della pressione può essere eseguita anche per mezzo di un tubo verticale sul quale sia possibile leggere i metri di colonna d'acqua raggiunti e che, nella parte superiore, sia munito di un dispositivo per la misura, in cm<sup>3</sup>, delle quantità d'acqua.

Il diametro del tubo deve essere di 26 mm per prove di tubi fino al diametro di 60 cm e di 36 mm per diametri maggiori. La pressione viene espressa in metri di colonna di acqua.

Le prove vanno eseguite in tre stadi di diversa durata da eseguirsi immediatamente uno dopo l'altro:

5 minuti con 1 m di colonna d'acqua

10 minuti con 3 m di colonna d'acqua

15 minuti con 5 m di colonna d'acqua

Il valore della pressione sopra indicato deve essere raggiunto solo all'inizio di ogni singolo esperimento; successivamente esso può anche scendere. Nel certificato di collaudo devono essere indicati la quantità d'acqua assorbita dalle pareti nella prova alla pressione di 5 m per la durata di 15 minuti, nonché lo strato in cui si trova la parete esterna del tubo.

### **14. Collaudo**

Valgono le corrispondenti norme stabilite per i tubi in gres.

## **ART. 206**

### **TUBAZIONI IN PVC PER FOGNATURE**

I tubi, curve, braghe, riduzioni, manicotti, raccordi, o tappi di chiusura, elementi di ispezione, elementi per attacco a pozzetti, saranno costituiti in PVC nel rispetto delle Norme UNI EN 1401-1.

## **ART. 207**

### **CAMERETTE DI ISPEZIONE E MANUFATTI VARI PER LE FOGNATURE**

#### **MANUFATTI**

##### **▣ Camerette d'ispezione e manufatti vari**

Le camerette d'ispezione e i manufatti vari in calcestruzzo saranno costituiti nel numero e nelle posizioni che risulteranno dai profili di posa dei condotti, nei punti indicati dalla Direzione Lavori. Avranno le dimensioni interne e le altezze libere utili corrispondenti ai tipi indicati nei disegni.

La platea di fondazione, le pareti e la soletta di copertura, avranno lo spessore riportato nei disegni; il calcestruzzo della platea e delle pareti sarà della classe e battitura indicata dal Capitolato e dai disegni. La soletta e le pareti saranno armate secondo le risultanze di eventuali calcolazioni statiche.

Il passo d'uomo verrà costruito di altezza uguale a quella indicata nei profili di posa in muratura a una testa lavorata con malta di cemento e sarà completo di chiusino in ghisa con controtelaio, o in cemento

armato secondo le indicazioni della Direzione Lavori.

### **D.3 – NORME PARTICOLARI PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DELLE OPERE**

#### **ART. 208**

#### **SCAVI PER LA POSA DEI CONDOTTI PER FOGNATURE**

Saranno valutati per un volume pari al pozzetto dell'area delle sezioni tipo riportate nelle opere d'arte di progetto per la lunghezza delle varie tratte senza tener conto di eventuali maggiori volumi che derivassero da maggiori inclinazioni delle pareti rispetto alle sezioni previste in progetto, essendo stato compreso nel prezzo relativo ogni onere per eventuali allargamenti o inclinazioni diversi da quelli indicati in progetto. L'altezza delle sezioni di scavo è valutata fra la quota di fondo e quella del piano orizzontale passante per la quota media del terreno naturale soprastante.

Non sarà pertanto valutato ai fini contabili il maggiore scavo eventualmente effettuato dall'impresa dopo aver eseguito i riporti per la costruzione dei rilevati stradali nell'ambito dello stesso terreno riportato, dovendosi intendere già compresi nel prezzo del rilevato tutti gli oneri di stendimento, costipazione anche eventuale presenza delle tubazioni per fognatura.

#### **ART. 209**

#### **MANUFATTI PER FOGNATURE**

Il prezzo a numero per la fornitura in opere delle camerette e dei manufatti vari conformi ai tipi di progetto, è comprensivo di qualsiasi onere per i movimenti di terra, fornitura del passo d'uomo in ghisa, delle murature, dei ferri d'armatura, degli intonaci, degli aggettamenti, delle stuccature, degli ancoraggi, delle scatolette, dei sostegni, delle segnalazioni stradali notturne e diurne e di tutte le altre forniture necessarie a dare finiti i lavori.

#### **ART. 210**

#### **CANALETTE PREFABBRICATE PER SCARICO ACQUE PIOVANE**

Le canalette in conglomerato cementizio per lo scarico delle acque piovane, secondo il tipo prescritto, verranno valutate al metro lineare di sviluppo misurato sull'asse.

Detto prezzo comprende tutto quanto necessario per dare le canalette in opera secondo le prescrizioni del predetto articolo, compreso lo scavo di posa, relativi ancoraggi, imbocchi in conglomerato bituminoso, e quant'altro necessario per eseguire il lavoro, completo, a perfetta regola d'arte.

### **D.4 – PRESCRIZIONI TECNICHE PER L'ESECUZIONE DI OPERE DI FOGNATURA**

#### **ART. 211**

#### **DEFINIZIONE GENERALI DEGLI IMPIANTI**

Ferme restando le disposizioni di carattere generale riportate negli articoli contenuti nella parte generale del presente Capitolato, tutti gli impianti da realizzare dovranno osservare le prescrizioni di seguito indicate oltre a quanto contenuto nei disegni di progetto allegati ed alla normativa vigente.

Il progetto esecutivo finale degli impianti, se eseguito dall'Appaltatore, dovrà essere approvato dal Committente almeno 90 giorni prima dell'inizio dei lavori relativi e presentato contestualmente alla campionatura di tutti gli elementi; inoltre se eseguito dal Committente, dovrà essere consegnato all'Appaltatore almeno 90 giorni prima dell'inizio dei lavori relativi.

Le caratteristiche di ogni impianto saranno così definite:

a) dalle prescrizioni generali del presente capitolato;

- b) dalle prescrizioni particolari riportate negli articoli seguenti;
- c) dalle eventuali descrizioni specifiche aggiunte come integrazioni o come allegati al presente Capitolato;
- d) da disegni, dettagli esecutivi e relazioni tecniche allegati al progetto.

Resta, comunque, contrattualmente fissato che tutte le specificazioni o modifiche apportate nei modi suddetti fanno parte integrante del presente capitolato.

Sulla base di quanto introdotto nel D.M. 08/01/1997 n° 99<sup>1</sup> - allegato 1, gli impianti di fognatura, che possono essere a sistema separato con distinti impianti per le acque bianche (meteoriche) e nere (provenienti dalle attività umane in genere) o a sistema unitario, sono articolati nelle seguenti sezioni:

- rete di raccolta, costituita dalle opere necessarie per la raccolta ed il convogliamento delle acque nere e bianche nell'ambito delle aree servite;
- impianti di trasporto, per il convogliamento - con collettore od emissario - delle acque agli impianti di depurazione (trasporto primario) e per il convogliamento al recapito finale o al riuso (trasporto secondario);
- impianti di depurazione, destinati ad ottenere caratteristiche dell'acqua compatibili con il ricettore.

Viene inoltre definito il distretto di fognatura come costituito da una porzione di rete di raccolta per la quale, sia misurato continuamente il volume di acqua in uscita.

Si definiscono infine settori di fognatura, quelle parti di rete di raccolta caratterizzate dalla possibilità di essere intercettate ed isolate dal sistema generale, in modo che si possano eseguire misure occasionali di portata in ingresso e in uscita. Un settore può essere una parte di distretto o può comprendere aree appartenenti a più distretti.

## **ART. 212**

### **VERIFICHE E PROVE PRELIMINARI**

Durante l'esecuzione dei lavori si dovranno eseguire le verifiche e le prove preliminari di cui appresso:

- a) verifica della qualità dei materiali approvvigionati;
- b) verifica del montaggio degli elementi costituenti l'impianto e della relativa esecuzione in modo da garantire la perfetta regola d'arte e la totale assenza di qualunque tipo di inconveniente.

La provenienza dei materiali dovrà sempre essere segnalata alla Direzione dei Lavori che si riserva in qualunque tempo di prelevare campioni ed inviare, a cura e spese dell'impresa, ai competenti laboratori per la verifica e l'accertamento delle caratteristiche tecniche richieste. L'Appaltatore non avrà comunque diritto a nessun compenso, né per i materiali asportati, né per i ripristini dei manufatti eventualmente rimossi per il prelievo dei campioni.

In particolare per le tubazioni in calcestruzzo sono previste le seguenti prove:

#### *Prova di resistenza meccanica*

Viene eseguita caricando il tubo per mezzo di un idoneo ripartitore di carico regolabile, collocato lungo la generatrice superiore del tubo stesso.

I tubi con diametro nominale inferiore ad un metro possono essere appoggiati direttamente su di una trave in legno lungo la generatrice inferiore in allineamento con il piano verticale di trasmissione del carico; per tubi con diametro nominale superiore ad un metro le travi di appoggio possono essere due, solidalmente unite da un supporto inferiore.

---

<sup>1</sup> D.M. 8 gennaio 1997, n. 99 - "Regolamento sui criteri e sul metodo in base ai quali valutare le perdite degli acquedotti e delle fognature" e Circ. min. LL.PP. 24 febbraio 1998, n. 105/UPP: "Nota esplicativa al decreto del Ministero dei lavori pubblici 8 gennaio 1997, n. 99, recante: Regolamento sui criteri e sul metodo in base ai quali valutare le perdite degli acquedotti e delle fognature".



Si definisce come resistenza allo schiacciamento al vertice (carico di rottura) il valore di carico raggiunto quando, a pressione crescente, l'indicatore non sale più ovvero il materiale ha superato il carico di snervamento o plasticizzazione.

Si definisce invece come carico di fessurazione quel carico intermedio in corrispondenza del quale si verifica la prima fessura con dimensioni minime di 0,20 mm di larghezza e 0,30 m di lunghezza.

Nella relazione di prova deve inoltre essere indicato anche il carico in corrispondenza del quale è comparsa la prima fessura visibile ad occhio nudo.

I tubi dovranno sopportare un carico equivalente a quello risultante dai calcoli statici (tenuto conto dei coefficienti di sicurezza) sulla base dei carichi previsti a progetto.

#### *Prova di impermeabilità in stabilimento*

Si effettua su due o più tubi accoppiati, sottoposti ad una pressione d'acqua corrispondente a 0,5 bar. La prova è positiva se non si verificano perdite, né si ha la comparsa di gocce sulla superficie esterna. La comparsa di macchie di umidità non è invece determinante per il giudizio di impermeabilità.

#### *Prova di impermeabilità su tratte di tubazioni in opera comprendenti i giunti e le camerette d'ispezione*

La prova di tenuta dovrà essere eseguita su tratte di tubazioni comprendenti almeno una cameretta d'ispezione. Per l'esecuzione della prova si procederà al riempimento con acqua nella tratta oggetto di verifica lasciando per un'ora il tutto pieno per consentire l'imbibizione dei calcestruzzi (per tubazioni in calcestruzzo). Quindi si procederà al successivo riempimento fino a 50 cm al di sopra dell'estradosso della tubazione.

La prova d'impermeabilità sarà positiva se la perdita in un'ora sia inferiore a 1,5 litri per ogni metro quadrato di superficie interna bagnata.

Qualora un campione non soddisfacesse a una delle prove sopra descritte, la prova stessa deve essere ripetuta su un numero doppio di tubazioni prelevate dalla stessa fornitura. L'esito negativo di una di queste prove giustifica il rifiuto di tutta la fornitura.

## **ART. 213 ELEMENTI DI PROGETTO**

#### *Principale normativa di riferimento*

UNI EN 588-1/97 e seguenti - Tubi di fibrocemento per fognature e sistemi di scarico. Tubi, raccordi ed accessori per sistemi a gravità.

UNI EN 612/05 - Canali di gronda con nervatura irrigidente frontale e pluviali giuntati a freddo di lamiera metallica.

UNI EN 752/08 e seguenti - Connessioni di scarico e collettori di fognatura all'esterno degli edifici. Generalità e definizioni.

UNI EN 877/07 - Tubi e raccordi in ghisa, loro assemblaggi ed accessori per l'evacuazione dell'acqua dagli edifici - Requisiti, metodi di prova e assicurazione della qualità.

UNI EN 1091/98 - Sistemi di scarico a depressione all'esterno degli edifici.

UNI EN 14364/09 e seguenti - Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi con o senza pressione - Materie plastiche termoindurenti rinforzate con fibre di vetro (PRFV) a base di resina poliestere insatura (UP) - Specifiche per tubi, raccordi e giunzioni

UNI EN 1401-1/09 - sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione - Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) - Parte 1: Specifiche per i tubi, i raccordi ed il sistema

UNI EN 1437/03 - Sistemi di tubazioni di materia plastica - Sistemi di tubazioni per fognature e scarichi interrati - Metodo di prova per la resistenza a cicli di temperatura combinati a carichi esterni.

UNI EN 1456-1/02 e seguenti - Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi in pressione interrati e fuori terra - Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) - Specifiche per i componenti della tubazione e per il sistema.

UNI EN 1852-1/09 e seguenti - Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione - Polipropilene (PP) - Parte 1: Specifiche per i tubi, i raccordi ed il sistema.

UNI EN 12056-1/01 e seguenti - Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Requisiti generali e prestazioni.

UNI EN 12666-1/06 e seguenti - Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione - Polietilene (PE) - Parte 1: Specificazioni per i tubi, i raccordi e il sistema.

UNI EN 13244-1/04 e seguenti - Sistemi di tubazioni di materia plastica in pressione interrati e non per il trasporto di acqua per usi generali, per fognature e scarichi - Polietilene (PE) - Generalità.

UNI EN 13566-1/04 e seguenti - Sistemi di tubazioni di materia plastica per il ripristino di reti non in pressione di fognature e scarichi - Generalità.

UNI EN 13598-1/06 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi e fognature interrati non in pressione - Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE) - Parte 1: Specifiche per raccordi ausiliari inclusi i pozzetti di ispezione poco profondi.

UNI CEN/TS 14632/06 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature, scarichi e per la distribuzione dell'acqua in pressione e non - Materie plastiche termoindurenti rinforzate con fibre di vetro (PRFV) a base di resina poliestere insatura (UP) - Guida per la valutazione della conformità.

UNI EN 14758-1/09 e seguenti - Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione - Polipropilene con cariche minerali (PP- MD) - Parte 1: Specifiche per i tubi, i raccordi ed il sistema

#### *Prescrizioni generali*

Il decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 04/03/1996<sup>2</sup> impone che nelle zone di nuova urbanizzazione e nei rifacimenti di quelle preesistenti si deve (salvo ragioni tecniche, economiche ed ambientali contrarie) prevedere il sistema di fognatura separata per le acque bianche e le acque nere. In tali zone si prevede lo scarico delle acque di prima pioggia nella rete delle acque nere (se compatibile con il sistema di depurazione adottato). Le relative opere di captazione devono essere dimensionate sulla base dei valori di portata calcolati con un tempo di ritorno pari ad un anno.

La fognatura nera o mista deve essere dotata di pozzetti di allaccio sifonati ed armati in modo da evitare l'emissione di cattivi odori. La fognatura deve essere tale da permettere la raccolta di liquami provenienti da utenze site almeno a 0,5 metri sotto il piano stradale.

Le fognature nere debbono essere dimensionate per una portata di punta compatibile a quella dell'acquedotto, oltre alla portata necessaria per lo smaltimento delle acque di prima pioggia provenienti, se previste, dalla rete di drenaggio urbano.

Ai fini del drenaggio delle acque meteoriche le reti di fognatura bianca o mista debbono essere dimensionate e gestite in modo da garantire che fenomeni di rigurgito non interessino il piano stradale o le immissioni di scarichi neri con frequenza superiore ad una volta ogni cinque anni per ogni singola rete. Si rimanda inoltre al D.lgs 152/2006<sup>3</sup> relativo alla tutela qualitativa della risorsa.

Nella realizzazione degli impianti, l'impresa esecutrice dovrà attenersi al progetto con le eventuali varianti approvate in sede d'aggiudicazione e in corso d'opera da parte del Direttore dei Lavori. Qualsiasi variante al progetto dovrà preventivamente essere avallata dalla Direzione dei Lavori e dal Committente,

<sup>2</sup> D. P. C. M. 4 marzo 1996 - "Disposizioni in materia di risorse idriche".

<sup>3</sup> Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale", parte terza, la difesa del suolo e la lotta alla desertificazione, la tutela delle acque dall'inquinamento e la gestione delle risorse idriche e successive modifiche.

comprese quelle varianti dettate da esigenze di cantiere e/o tecniche non prevedibili in sede di progetto. Qualora l'impresa esecutrice avesse eseguito delle modifiche senza la preventiva approvazione sarà in facoltà della Direzione Lavori ordinarne la demolizione ed il rifacimento secondo progetto a completa cura e spese della stessa impresa.

#### *Documentazione tecnica*

Saranno forniti alla Direzione Lavori, prima dell'arrivo dei materiali in cantiere (e in ogni modo in tempo sufficiente per predisporre le eventuali opere necessarie e per verificare la rispondenza delle apparecchiature alle condizioni contrattuali), tutti i disegni costruttivi degli impianti. Saranno inoltre fornite tutte le curve caratteristiche delle pompe e ventilatori con indicazione del punto di funzionamento di progetto. A fornitura ultimata, in congruenza con la consegna provvisoria degli impianti e quindi prima del collaudo finale saranno forniti:

- i disegni finali di cantiere aggiornati e perfettamente corrispondenti agli impianti realizzati, con l'indicazione del tipo e delle marche di tutte le apparecchiature ed i materiali installati. Particolare cura sarà riservata al posizionamento esatto, in pianta e nelle sezioni, d'apparecchiature e materiali.
- tutte le norme, le istruzioni per la conduzione e la manutenzione degli impianti e delle singole apparecchiature. Si precisa che deve trattarsi d'esatte documentazioni d'ogni apparecchiatura con disegni, schemi ed istruzioni per messa in marcia, funzionamento, manutenzione, installazione e taratura. Saranno allegate le schede tecniche dettagliate di tutte le macchine ed apparecchiature.
- tutti i nulla osta degli enti preposti (I.S.P.E.S.L., V.V.F., ecc.), il cui ottenimento sarà a carico della Ditta appaltatrice. In coincidenza con la consegna provvisoria degli impianti, l'impresa esecutrice dovrà rilasciare la dichiarazione di conformità degli impianti, dei materiali e dei relativi allegati.

### **ART. 214 ACQUA, CALCI E LEGANTI**

L'acqua dovrà essere dolce, limpida, priva di materie terrose, priva di sali (particolarmente solfati e cloruri) in percentuali dannose e non essere aggressiva. Per la definizione dei requisiti cui l'acqua deve conformarsi può essere fatto utile riferimento a quanto contenuto nella norma UNI EN 1008:2003, come prescritto al § 11.2.9.5 delle NTC 2008. Riferirsi anche alle UNI EN 459-1/2/3:2002 per le specifiche delle calci per costruzioni.

Le calci aeree dovranno rispondere ai requisiti di accettazione vigenti al momento dell'esecuzione dei lavori. 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 in CaO + MgO	Contenuto in umidità	Contenuto in carboni e impurità
Calce grassa in zolle		94%		
Calce magra in zolle		94%		
Calce idrata in polvere	Fiore di calce	91%	3%	6%

	C. idrata da costruzione	82%	3%	6%
--	--------------------------	-----	----	----

e devono rispondere ai seguenti requisiti fisico-meccanici:

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

- La calce grassa in zolle dovrà provenire da calcari puri, essere recente, perfetta e di cottura uniforme, non bruciata né vitrea né lenta ad idratarsi. Infine sarà di qualità tale che, mescolata con la sola quantità di acqua dolce necessaria alla estinzione, si trasformi completamente in una pasta soda a grassello tenuissimo, senza lasciare residui maggiori del 5% dovuti a parti non bene decarburate, silicose od altrimenti inerti.
- La calce viva in zolle al momento dell'estinzione dovrà essere perfettamente anidra; non sarà usata quella ridotta in polvere o sfiorita: si dovrà quindi preparare la calce viva nella quantità necessaria e conservarla in luoghi asciutti ed al riparo dall'umidità.
- Dopo l'estinzione la calce dovrà conservarsi in apposite vasche impermeabili rivestite di tavole o di muratura, mantenendola coperta con uno strato di sabbia. La calce grassa destinata agli intonaci dovrà essere spenta almeno sei mesi prima dell'impiego; quella destinata alle murature da almeno 15 giorni. L'estinzione delle calci aeree in zolle sarà eseguita a bagnolo o con altro sistema idoneo, ma mai a getto.

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.

Per le calci idrauliche devono essere soddisfatte le seguenti limitazioni:

Calci idrauliche	Perdita al fuoco	Contenuto in MgO	Contenuto in carbonati	Rapporto di costituzione	Contenuto in MnO	Residuo insolubile
Calce idraulica naturale in zolle	10%	5%	10%			

Calce idraulica naturale o artificiale in polvere		5%	10%			
Calce eminentemente idraulica naturale o artificiale in polvere		5%	10%			
Calce idraulica artificiale pozzolanica in polvere		5%	10%	1,5%		
Calce idraulica artificiale siderurgica in polvere	5%	5%			5%	2,5%

Devono inoltre essere soddisfatti i seguenti requisiti fisico-meccanici:

Calci idrauliche in polvere	Resistenze meccaniche su malta normale battuta 1:3 tolleranza del 10%		Prova di stabilità volume
	Resistenza a trazione dopo 28 giorni di stagionatura	Resistenza a compressione dopo 28 giorni di stagionatura	
Calce idraulica naturale o artificiale in polvere	5 Kg/cmq	10 Kg/cmq	sì
Calce eminentemente idraulica naturale o artificiale	10 Kg/cmq	100 Kg/cmq	sì
Calce idraulica artificiale pozzolanica	10 Kg/cmq	100 Kg/cmq	sì
Calce idraulica artificiale siderurgica	10 Kg/cmq	100 Kg/cmq	sì

È ammesso un contenuto di MgO superiore ai limiti purché rispondano alla prova di espansione in autoclave. Tutte le calci idrauliche in polvere devono:

- lasciare sul setaccio da 900 maglie/cm<sup>2</sup> un residuo percentuale in peso inferiore al 2% e sul setaccio da 4900 maglie/cm<sup>2</sup> un residuo inferiore al 20%;
- iniziare la presa fra le 2 e le 6 ore dal principio dell'impasto e averla già compiuta dalle 8 alle 48 ore del medesimo;
- essere di composizione omogenea, costante, e di buona stagionatura.

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

- inizio presa: non prima di un'ora
- termine presa: non dopo 48 ore

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 normativa vigente. Come prescritto al § 11.2.9.1 delle NTC 2008, per le opere strutturali devono impiegarsi esclusivamente i leganti idraulici dotati di certificato di conformità - rilasciato da un organismo europeo notificato - ad una norma armonizzata della serie UNI EN 197 ovvero ad uno specifico Benestare Tecnico Europeo (ETA),

purchè idonei all'impiego previsto nonchè, per quanto non in contrasto, conformi alle prescrizioni di cui alla Legge 26/05/1965 n.595.

L'impiego dei cementi richiamati all'art.1, lettera C della legge 26/5/1965 n. 595, è limitato ai calcestruzzi per sbarramenti di ritenuta.

Per la realizzazione di dighe ed altre simili opere massive dove è richiesto un basso calore di idratazione devono essere utilizzati i cementi speciali con calore di idratazione molto basso conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 14216, in possesso di un certificato di conformità rilasciato da un Organismo di Certificazione europeo Notificato.

Qualora il calcestruzzo risulti esposto a condizioni ambientali chimicamente aggressive si devono utilizzare cementi per i quali siano prescritte, da norme armonizzate europee e fino alla disponibilità di esse, da norme nazionali, adeguate proprietà di resistenza ai solfati e/o al dilavamento o ad eventuali altre specifiche azioni aggressive.

La norma UNI EN 197-1 definisce e specifica 27 distinti prodotti di cemento comune e i loro costituenti. La definizione di ogni cemento comprende le proporzioni di combinazione dei costituenti per ottenere questi distinti prodotti, in una gamma di sei classi di resistenza. La definizione comprende anche i requisiti che i costituenti devono rispettare e i requisiti meccanici, fisici e chimici, inclusi, quando necessario, i requisiti relativi al calore d'idratazione dei 27 prodotti, e le classi di resistenza. La EN 197-1 definisce, inoltre, i criteri di conformità e le rispettive regole. Sono indicati, infine, i requisiti di durabilità necessari.

Il cemento conforme alla EN 197-1, definito cemento CEM, opportunamente dosato e miscelato con aggregato e acqua, deve essere in grado di produrre una malta o un calcestruzzo capace di conservare la lavorabilità per un periodo di tempo sufficiente e di raggiungere, dopo determinati periodi, livelli di resistenza meccanica prestabiliti nonché di possedere una stabilità di volume a lungo termine. L'indurimento idraulico del cemento CEM è dovuto principalmente all'idratazione dei silicati di calcio, ma anche di altri composti chimici, per esempio gli alluminati, possono partecipare al processo di indurimento. La somma dei contenuti di ossido di calcio (CaO) reattivo e ossido di silicio (SiO<sub>2</sub>) reattivo nel cemento CEM deve essere almeno il 50% in massa quando i contenuti percentuali sono determinati in accordo alla EN 196-2. I cementi CEM sono costituiti da materiali differenti e di composizione statisticamente omogenea derivanti dalla qualità assicurata durante processi di produzione e manipolazione dei materiali. I requisiti per i costituenti sono riportati nella norma UNI EN 197-1.

I 27 prodotti della famiglia dei cementi comuni conformi alla EN 197-1, e la loro denominazione, sono indicati nel prospetto 1 della norma. Essi sono raggruppati in cinque tipi principali di cemento come segue:

- CEM I cemento Portland
- CEM II cemento Portland composito
- CEM III cemento d'altoforno
- CEM IV cemento pozzolanico
- CEM V cemento composito

La composizione di ciascuno dei 27 prodotti della famiglia dei cementi comuni deve essere conforme a quanto riportato nel prospetto.

La resistenza normalizzata di un cemento è la resistenza a compressione a 28 giorni, determinata in accordo alla EN 196-1, che deve essere conforme ai requisiti riportati nella tabella seguente. Sono contemplate tre classi di resistenza normalizzata: classe 32,5, classe 42,5 e classe 52,5.

La resistenza iniziale di un cemento è la resistenza meccanica a compressione determinata a 2 o a 7 giorni in accordo alla EN 196-1; tale resistenza deve essere conforme ai requisiti riportati in tabella.

Per ogni classe di resistenza normalizzata si definiscono due classi di resistenza iniziale, una con resistenza iniziale ordinaria, contrassegnata dalla lettera N, e l'altra con resistenza iniziale elevata, contrassegnata dalla lettera R.

Il tempo di inizio presa e l'espansione, determinati in accordo alla EN 196-3, devono soddisfare i requisiti riportati in tabella.

Il calore d'idratazione dei cementi comuni a basso calore non deve superare il valore caratteristico di 270 J/g, determinato in accordo alla EN 196-8 a 7 giorni oppure in accordo alla EN 196-9 a 41 h.

I cementi comuni a basso calore sono indicati con LH.

Classe di resistenza	Resistenza alla compressione [MPa]				Tempo di inizio presa [min]	Stabilità (espansione) [mm]
	Resistenza iniziale		Resistenza normalizzata			
	2 giorni	7 giorni	28 giorni			
32,5 N	-	≥ 16,0	≥ 32,5	≤ 52,5	≥ 75	≤ 10
32,5 R	≥ 10,0	-				
42,5 N	≥ 10,0	-	≥ 42,5	≤ 62,5	≥ 60	
42,5 R	≥ 20,0	-				
52,5 N	≥ 20,0	-	≥ 52,5	-	≥ 45	
52,5 R	> 30,0	-				

Le proprietà dei cementi del tipo e della classe di resistenza riportati rispettivamente nelle colonne 3 e 4 della tabella seguente devono essere conformi ai requisiti riportati nella colonna 5 di detta tabella quando sottoposti a prova secondo le norme cui si fa riferimento nella colonna 2.

1	2	3	4	5
Proprietà	Metodo di riferimento	Tipo di cemento	Classe di resistenza	Requisiti
<b>Perdita al fuoco</b>	EN 196-2	CEM I CEM III	Tutte le classi	$\leq 5,0 \%$
<b>Residuo insolubile</b>	EN 196-2	CEM I CEM III	Tutte le classi	$\leq 5,0 \%$
<b>Tenore in solfato (come SO<sub>3</sub>)</b>	EN 196-2	CEM I CEM II CEM IV CEM V	32,5 N 32,5 R 42,5 N	$\leq 3,5 \%$
			42,5 R 52,5 N 52,5 R	$\leq 4,0 \%$
		CEM III	Tutte le classi	
<b>Tenore in cloruro</b>	EN 196-21	Tutti i tipi	Tutte le classi	$\leq 0,10 \%$
<b>Pozzolanicità</b>	EN 196-5	CEM IV	Tutte le classi	Esito positivo della prova

In molte applicazioni, in particolare in condizioni ambientali severe, la scelta del cemento ha una influenza sulla durabilità del calcestruzzo, della malta, e della malta per iniezione per esempio in termini di resistenza al gelo, resistenza chimica e protezione dell'armatura. La scelta del cemento, nell'ambito della EN 197-1, con particolare riguardo al tipo e alla classe di resistenza per diverse applicazioni e classi di esposizione, deve rispettare le norme e/o i regolamenti adeguati relativi al calcestruzzo e alla malta, validi nel luogo di utilizzo.

La conformità dei 27 prodotti alla EN 197-1 deve essere verificata in maniera continua in base al controllo di campioni puntuali.

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.

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

- 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.

Le pozzolane saranno ricavate da strati depurati da cappellaccio ed esenti da sostanze eterogenee o di parti inerti: qualunque sia la provenienza dovranno rispondere a tutti i requisiti prescritti dalla normativa vigente.

Agli effetti delle suddette prescrizioni si intendono per pozzolane tutti quei materiali di origine vulcanica che impastati intimamente con calce danno malte capaci di far presa e di indurire anche sott'acqua e che presentano un residuo non superiore al 40% ad un attacco acido basico. Si considerano materiali a comportamento pozzolanico tutti quelli che, pur non essendo di origine vulcanica, rispondono alle condizioni della precedente definizione.

Agli effetti delle presenti norme si dividono in pozzolane energiche e pozzolane di debole energia.

Le pozzolane ed i materiali a comportamento pozzolanico devono dar luogo alle seguenti resistenze con la tolleranza del 10%.

	<b>Resistenza a trazione (su malta normale) dopo 28 gg.:</b>	<b>Resistenza a pressione (su malta normale) dopo 28 gg.:</b>	<b>Composizione della malta normale</b>
<b>POZZOLANE ENERGHICHE</b>	5 Kg/cm <sup>2</sup>	25 Kg/cm <sup>2</sup>	- tre parti in peso del materiale da provare - una parte in peso di calce normale  Dopo 7 giorni di stagionatura in ambiente umido non deve lasciare penetrare più di mm 7 l'ago di Vicat del peso di kg 1 lasciato cadere una sola volta



			dall'altezza di mm 30.
POZZOLANE DI DEBOLE ENERGIA	3 Kg/cm <sup>2</sup>	12 Kg/cm <sup>2</sup>	- tre parti in peso di pozzolana - una parte in peso di calce normale Dopo 7 giorni di stagionatura in ambiente umido non deve lasciare penetrare più di mm 10 l'ago di Vicat del peso di kg 1 lasciato cadere una sola volta dall'altezza di mm 30.

La pozzolana ed i materiali a comportamento pozzolanico devono essere scevri da sostanze eterogenee. La dimensione dei grani della pozzolana e dei materiali a comportamento pozzolanico non deve superare 5 mm.

Il gesso dovrà essere di recente cottura, perfettamente asciutto, di fine macinazione in modo da non lasciare residui sullo staccio di 56 maglie a centimetro quadrato, scevro da materie eterogenee e senza parti alterate per estinzione spontanea. Il gesso dovrà essere conservato in locali coperti e ben riparati dall'umidità.

L'uso di esso dovrà essere preventivamente autorizzato dalla Direzione dei Lavori.

I gessi si dividono in:

Tipo	Durezza massima	Resistenza alla trazione (dopo tre giorni)	Resistenza alla compressione (dopo tre giorni)
Gesso comune	60% di acqua in volume	15 kg/cm <sup>2</sup>	-
Gesso da stucco	60% di acqua in volume	20 kg/cm <sup>2</sup>	40 kg/cm <sup>2</sup>
Gesso da forma (scagliola)	70% di acqua in volume	20 kg/cm <sup>2</sup>	40 kg/cm <sup>2</sup>

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 934-1/08 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-presenza. 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 aggiunta deve essere prevista ed eseguita con la massima attenzione, seguendo alla lettera le modalità d'uso dei fabbricanti.

## **ART. 215**

### **SABBIA, GHIAIA E PIETRISCO**

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.

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.

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 dev'essere lavato con acqua dolce qualora ciò sia necessario per eliminare materie nocive.

Sono idonei alla produzione di calcestruzzo per uso strutturale gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali, artificiali, ovvero provenienti da processi di riciclo conformi alla norma europea

armonizzata UNI EN 12620 e, per gli aggregati leggeri, alla norma europea armonizzata UNI EN 13055-1.

Il sistema di attestazione della conformità di tali aggregati, ai sensi del DPR n.246/93 è indicato nella seguente tabella.

<b>Specifica Tecnica Europea armonizzata di riferimento</b>	<b>Uso Previsto</b>	<b>Sistema di Attestazione della Conformità</b>
Aggregati per calcestruzzo UNI EN 12620 e UNI EN 13055-1	Calcestruzzo strutturale	2+

È consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo i limiti di cui alla tabella seguente, a condizione che la miscela di calcestruzzo confezionata con aggregati riciclati, venga preliminarmente qualificata e documentata attraverso idonee prove di laboratorio. Per tali aggregati, le prove di controllo di produzione in fabbrica di cui ai prospetti H1, H2 ed H3 dell'annesso ZA della norma europea armonizzata UNI EN 12620, per le parti rilevanti, devono essere effettuate ogni 100 tonnellate di aggregato prodotto e, comunque, negli impianti di riciclo, per ogni giorno di produzione.

<b>Origine del materiale da riciclo</b>	<b>Classe del calcestruzzo</b>	<b>percentuale di impiego</b>
demolizioni di edifici (macerie)	=C 8/10	fino al 100 %
demolizioni di solo calcestruzzo e c.a.	≤C30/37	≤ 30 %
	≤C20/25	Fino al 60 %
Riutilizzo di calcestruzzo interno negli stabilimenti di prefabbricazione qualificati - da qualsiasi classe		
da calcestruzzi >C45/55	≤C45/55	fino al 15%
	Stessa classe del calcestruzzo di origine	fino al 5%

Per quanto concerne i requisiti chimico-fisici, aggiuntivi rispetto a quelli fissati per gli aggregati naturali, che gli aggregati riciclati devono rispettare, in funzione della destinazione finale del calcestruzzo e delle sue proprietà prestazionali (meccaniche, di durabilità e pericolosità ambientale, ecc.), nonché quantità percentuali massime di impiego per gli aggregati di riciclo, o classi di resistenza del calcestruzzo, ridotte rispetto a quanto previsto nella tabella sopra esposta si faccia riferimento a quanto prescritto nelle norme UNI 8520-1:2005 e UNI 8520-2:2005.

Per quanto riguarda gli eventuali controlli di accettazione da effettuarsi a cura del Direttore dei Lavori, questi sono finalizzati almeno alla determinazione delle caratteristiche tecniche riportate nella tabella seguente. I metodi di prova da utilizzarsi sono quelli indicati nelle Norme Europee Armonizzate citate, in relazione a ciascuna caratteristica.

<b>Caratteristiche tecniche</b>
Descrizione petrografica semplificata
Dimensione dell'aggregato (analisi granulometrica e contenuto dei fini)

Indice di appiattimento
Dimensione per il filler
Forma dell'aggregato grosso (per aggregato proveniente da riciclo)
Resistenza alla frammentazione/frantumazione (per calcestruzzo $R_{ck} \geq C50/60$ )

## ART. 216 MALTE E CALCESTRUZZI

### *Approvvigionamento ed accettazione dei materiali*

A richiesta del Direttore dei Lavori, l'Appaltatore dovrà documentare la provenienza dei materiali e sottoporli, a sue spese, alle consuete prove di laboratorio per l'accertamento delle loro caratteristiche tecniche. Tutti i materiali potranno essere messi in opera solo dopo accettazione del Direttore dei Lavori. Il Direttore dei Lavori, esaminati i materiali approvvigionati, può rifiutare, prima del loro impiego, quelli che non risultino rispondenti alle prescrizioni contrattuali. I materiali contestati dovranno essere prontamente allontanati dal cantiere. Qualora successivamente si accerti che materiali accettati e posti in opera siano non rispondenti ai requisiti richiesti e/o di cattiva qualità, il Direttore dei Lavori potrà ordinarne la demolizione ed il rifacimento a spese e rischio dell'Appaltatore.

Qualora, senza opposizione del Committente, l'Appaltatore, di sua iniziativa, impiegasse materiali migliori o con lavorazione più accurata, non avrà diritto ad aumento dei prezzi rispetto a quelli stabiliti per la categoria di lavoro prescritta. Se invece sia ammessa dal Committente qualche carenza, purché accettabile senza pregiudizio, si applicherà una adeguata riduzione del prezzo.

### *Cementi*

I requisiti meccanici dovranno rispettare la legge n. 595 del 26 maggio 1965 ed alle norme armonizzate della serie UNI EN 197 ed in particolare:

Resistenza a compressione:

- cementi normali
  - 7 gg. Kg/cmq 175
  - 28 gg. Kg/cmq 325;
- cementi ad alta resistenza
  - 3 gg. Kg/cmq 175
  - 7 gg. Kg/cmq 325
  - 28 gg. Kg/cmq 425;
- cementi A.R./rapida presa
  - 3 gg. Kg/cmq 175
  - 7 gg. Kg/cmq 325
  - 28 gg. Kg/cmq 525.

Per le resistenze a flessione e le modalità di prova, per i requisiti chimici ed altre caratteristiche vedasi la legge n. 595 del 26 maggio 1965.

### *Ghiaia e pietrisco costituenti gli aggregati*

Dovranno essere costituiti da elementi lapidei puliti non alterabili dal freddo e dall'acqua.

Dovranno essere esenti da polveri, gessi, cloruri, terra, limi, ecc. e dovranno avere forme tondeggianti o a spigoli vivi, comunque non affusolate o piatte.

Gli aggregati impiegabili per il confezionamento dei calcestruzzi possono essere di origine naturale, artificiale o di recupero come da normativa UNI EN 12620 e UNI EN 13055-1.

La massima dimensione degli aggregati sarà funzione dell'impiego previsto per il calcestruzzo, del diametro delle armature e della loro spaziatura.

Orientativamente si possono ritenere validi i seguenti valori:

- fondazioni e muri di grosso spessore: 30 mm
- travi, pilastri e solette: 20 mm
- solette di spessore < di 10 cm, nervature di solai e membrature sottili: 12/13 mm

#### *Sabbie (per calcestruzzo)*

Dovranno essere costituite da elementi silicei procurati da cave o fiumi, dovranno essere di forma angolosa, dimensioni assortite ed esenti da materiali estranei o aggressivi come per le ghiaie; in particolare dovranno essere esenti da limi, polveri, elementi vegetali od organici.

Le sabbie prodotte in mulino potranno essere usate previa accettazione della granulometria da parte del Direttore Lavori.

In ogni caso l'Appaltatore dovrà provvedere a suo onere alla formulazione delle granulometrie delle sabbie usate ogni qualvolta la Direzione Lavori ne faccia richiesta; le granulometrie dovranno essere determinate con tele e stacci UNI 2331-2/80 ed UNI 2332-1/79.

Per tutto quanto non specificato valgono le norme del D.M. 14/1/66 e successive.

#### *Dosatura dei getti*

Il cemento e gli aggregati sono di massima misurati a peso, mentre l'acqua è normalmente misurata a volume.

L'Appaltatore dovrà adottare, in accordo con la vigente normativa, un dosaggio di componenti (ghiaia, sabbia, acqua, cemento) tale da garantire le resistenze indicate sui disegni di progetto. Dovrà inoltre garantire che il calcestruzzo possa facilmente essere lavorato e posto in opera, in modo da passare attraverso le armature, circondarle completamente e raggiungere tutti gli angoli delle casseforme.

Qualora non espressamente altrove indicato, le dosature si intendono indicativamente così espresse:

- |                         |          |                    |
|-------------------------|----------|--------------------|
| – calcestruzzo magro:   | cemento: | 150 kg             |
| –                       | sabbia:  | 0,4 m <sup>3</sup> |
| –                       | ghiaia:  | 0,8 m <sup>3</sup> |
| –                       |          |                    |
| – calcestruzzo normale: | cemento: | 300 kg             |
| –                       | sabbia:  | 0,4 m <sup>3</sup> |
| –                       | ghiaia:  | 0,8 m <sup>3</sup> |
| – calcestruzzo grasso:  | cemento: | 350 kg             |
| –                       | sabbia:  | 0,4 m <sup>3</sup> |
| –                       | ghiaia:  | 0,8 m <sup>3</sup> |

Dovranno comunque sempre essere raggiunte le caratteristiche e la classe di resistenza previste a progetto. Il rapporto acqua/cemento dovrà essere indicato e conforme alle prescrizioni di durabilità dettate dalla normativa.

Qualora venga utilizzato un additivo superfluidificante il rapporto acqua/cemento potrà essere usato a compensazione della quantità d'acqua; il dosaggio dovrà essere definito in accordo con le prescrizioni del produttore, con le specifiche condizioni di lavoro e con il grado di lavorabilità richiesto.

Come già indicato l'uso di additivi dovrà essere autorizzato dalla Direzione dei Lavori.

#### *Confezione dei calcestruzzi*

Dovrà essere eseguita in ottemperanza al D.M. 14 Gennaio 2008 (NTC2008) e la relativa Circolare n. 617 del 2 febbraio 2009 "Istruzioni per l'Applicazione Nuove Norme Tecniche Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008".

E' ammesso l'uso di calcestruzzo preconfezionato, con esplicita approvazione della Direzione Lavori. Tutte le cautele e le prescrizioni esposte precedentemente dovranno essere applicate anche dal produttore del calcestruzzo preconfezionato. La Direzione dei Lavori si riserva comunque il diritto, dopo accordi e con il supporto dell'Appaltatore, di accedere agli impianti di preconfezionamento, eseguendo tutti i controlli e gli accertamenti che saranno ritenuti opportuni.

La Direzione dei Lavori richiederà comunque documenti comprovanti il dosaggio e la natura dei componenti del calcestruzzo fornito.

L'appaltatore è, comunque, responsabile unico delle dosature dei calcestruzzi e della loro rispondenza per l'ottenimento delle resistenze richieste nei disegni e documenti contrattuali.

Gli impianti a mano sono ammessi per piccoli getti non importanti staticamente e previa autorizzazione del Direttore dei Lavori.

#### *Getto del calcestruzzo*

Il getto verrà eseguito secondo le normative contenute nella Linee guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive del febbraio 2008 a cura del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Il getto dovrà essere eseguito con cura, opportunamente costipato ed eventualmente vibrato secondo le prescrizioni del Direttore dei Lavori.

Le interruzioni di getto dovranno essere evitate e comunque autorizzate dal Direttore dei Lavori. Le riprese dovranno essere eseguite in modo da trovarsi in zone di momento flettente nullo nelle strutture inflesse ed in modo da essere perpendicolari allo sforzo di compressione nelle strutture verticali.

Quando la ripresa avviene contro un getto ancora plastico, si dovrà procedere a previa boiacatura del getto esistente. Se il getto esistente è in fase di presa, occorre scalpellarlo e mettere a vivo la ghiaia quindi bagnare, applicare uno strato di malta di cemento di 1 - 2 cm. e procedere al nuovo getto.

Qualora richiesto dalla Direzione dei Lavori, l'appaltatore dovrà provvedere all'uso di additivi per la ripresa senza onere per il Committente.

Le strutture in fase di maturazione dovranno essere protette dal gelo, dal caldo eccessivo e dalle piogge violente; così pure sulle strutture suddette dovrà essere vietato il transito di persone, mezzi o comunque qualsiasi forma di sollecitazione.

La maturazione con riscaldamento locale diffuso è ammessa solo previo accordo scritto con la Direzione dei Lavori.

#### *Prescrizioni esecutive*

I getti delle solette a sbalzo dovranno essere sempre eseguiti contemporaneamente al getto del solaio.

Nei getti dovranno essere inserite tutte le casserature, cassette, tubi, ecc. atti a creare i fori, le cavità, i passaggi indicati nei disegni delle strutture e degli impianti tecnologici, come pure dovranno essere messi in opera ferramenta varia (inserti metallici, tirafondi, ecc.) per i collegamenti di pareti e di altri elementi strutturali e/o di finitura.

Sono vietati, salvo approvazione della Direzione dei Lavori, i getti contro terra.

Indipendentemente dalle dosature, i getti di calcestruzzo eseguiti dovranno risultare compatti, privi di alveolature, senza affioramento di ferri; i ferri, nonché tutti gli accessori di ripresa (giunti di neoprene, lamierini, ecc.) e tutti gli inserti dovranno risultare correttamente posizionati; tutte le dimensioni dei disegni dovranno essere rispettate ed a tal fine il costruttore dovrà provvedere a tenere anticipatamente in considerazione eventuali assestamenti o movimenti di casseri ed armature.

Tutti gli oneri relativi saranno compresi nel costo del calcestruzzo, a meno che esplicito diverso richiamo venga fatto nell'elenco voci del progetto.

I getti delle strutture destinate a ricevere una finitura di sola verniciatura dovranno essere realizzati con casseri metallici atti a garantire una superficie del getto la più liscia possibile. Eventuali irregolarità dovranno essere rettificare senza oneri aggiuntivi.

### *Provini*

Durante la confezione dei calcestruzzi l'appaltatore dovrà prevedere il prelievo e la conservazione dei provini di calcestruzzo in numero sufficiente secondo le norme e secondo le prescrizioni del Direttore dei Lavori.

Per ciò che concerne la normativa di prova di esecuzione, collaudo, conservazione, nonché le pratiche per la denuncia dei cementi armati, valgono tutte le leggi vigenti e quelle che venissero promulgate in corso d'opera.

Dovranno inoltre essere eseguiti provini sulle barre di armatura, secondo le prescrizioni contenute nelle Nuove Norme Tecniche di cui al D.M. 14/01/2008. Gli oneri relativi al prelievo, maturazione e certificazione dei provini sono a carico dell'impresa esecutrice dei lavori.

### *Vibrazione*

Le norme ed i tipi di vibrazione dovranno essere approvati dal Direttore dei Lavori sempre restando l'Appaltatore responsabile della vibrazione e di tutte le operazioni relative al getto, L'onere delle eventuali vibrazioni e' sempre considerato incluso nel prezzo del getto.

### *Condizioni climatiche*

Sono vietati i getti con temperatura sotto zero e con prevedibile discesa sotto lo zero.

Fino a temperatura -5 °C il Direttore dei lavori, d'accordo con l'Impresa, sarà arbitro di autorizzare i getti previa sua approvazione degli additivi e delle precauzioni da adottare, sempre restando l'appaltatore responsabile dell'opera eseguita; conseguentemente il Direttore dei Lavori e' autorizzato ad ordinare all'appaltatore di eseguire a proprio onere (dell'Appaltatore) la demolizione dei getti soggetti a breve termine a temperatura eccessivamente bassa e non prevista.

**I getti con temperatura superiore a 32 °C dovranno essere autorizzati dalla Direzione Lavori.**

L'appaltatore e' obbligato all'innaffiamento costante dei getti in fase di maturazione per un minimo di 8 giorni e/o nei casi di getti massicci secondo indicazioni della Direzione Lavori.

## **ART. 217 FERRO DI ARMATURA**

A richiesta del Direttore dei Lavori, l'Appaltatore dovrà documentare la provenienza dei materiali e sottoporli, a sue spese, alle consuete prove di laboratorio per l'accertamento delle loro caratteristiche tecniche. Tutti i materiali potranno essere messi in opera solo dopo accettazione del Direttore dei Lavori. Il Direttore dei Lavori, esaminati i materiali approvvigionati, può rifiutare, prima del loro impiego, quelli che non risultino rispondenti alle prescrizioni contrattuali. I materiali contestati dovranno essere prontamente allontanati dal cantiere. Qualora successivamente si accerti che materiali accettati e posti in opera siano non rispondenti ai requisiti richiesti e/o di cattiva qualità, il Direttore dei Lavori potrà ordinarne la demolizione ed il rifacimento a spese e rischio dell'Appaltatore.

Qualora, senza opposizione del Committente, l'Appaltatore, di sua iniziativa, impiegasse materiali migliori o con lavorazione più accurata, non avrà diritto ad aumento dei prezzi rispetto a quelli stabiliti per la categoria di lavoro prescritta. Se invece sia ammessa dal Committente qualche carenza, purché accettabile senza pregiudizio, si applicherà una adeguata riduzione del prezzo.

Gli acciai impiegati, tondi, nervati, in cavo o fili, in rete elettrosaldata dovranno essere conformi alle NTC 2008. Dovranno inoltre essere conformi, come materiale ed assiemaggio, a quanto indicato nei disegni.

Tutte le armature dovranno essere classificate in base al tipo, alla qualità ed al lotto di provenienza dell'acciaio e dovranno essere corredate dai certificati prescritti dalle leggi e norme vigenti.

La sagomatura delle barre deve essere effettuata meccanicamente a mezzo di mandrini o con ogni altro procedimento che permetta di ottenere i raggi di curvatura stabiliti dal progetto esecutivo, evitando accentuazioni locali della curvatura stessa. È vietata la piegatura a caldo.

È obbligatorio il posizionamento di distanziatori in plastica per evitare l'affioramento della armatura sulle superfici dei getti (per i solai a resistenza al fuoco i distanziatori dovranno essere in calcestruzzo).

È obbligatoria la pulizia delle armature da grassi, oli, terra, polvere, scaglie di ruggine, incrostazioni di calcestruzzo provenienti da getti precedenti. È vietato effettuare giunzioni nelle armature delle travi salvo quando indicato dai disegni o autorizzato dalla Direzione Lavori, sentito il parere del progettista.

Le saldature di barre d'armatura dovranno essere autorizzate dalla Direzione Lavori e dovranno essere oggetto di una nota scritta di prescrizione delle modalità di esecuzione.

La distanza delle armature dalle pareti dovrà rispettare le norme relative al calcestruzzo armato ordinario.

Le legature, i supporti ed i distanziatori devono sopportare tutte le azioni che si generano durante le operazioni di getto e costipamento, garantendo che le armature restino nelle posizioni volute.

## **ART. 218 TUBAZIONI**

Tutte le tubazioni e le modalità di posa in opera dovranno corrispondere alle prescrizioni indicate dal presente capitolato, alle specifiche espressamente richiamate nei relativi impianti di appartenenza ed alla normativa vigente in materia.

L'Appaltatore dovrà provvedere alla preparazione di disegni particolareggiati da integrare al progetto occorrenti alla definizione dei diametri, degli spessori e delle modalità esecutive; l'Appaltatore dovrà, inoltre, fornire degli elaborati grafici as built con le indicazioni dei percorsi effettivi di tutte le tubazioni.

In generale si dovrà ottimizzare il percorso delle tubazioni riducendo il più possibile il numero dei gomiti, giunti, cambiamenti di sezione e rendendo facilmente ispezionabili le zone in corrispondenza dei giunti, sifoni, pozzetti, ecc.

Tutte le giunzioni saranno eseguite in accordo con le prescrizioni e con le raccomandazioni dei produttori; nel caso di giunzioni miste la Direzione Lavori fornirà specifiche particolari alle quali attenersi. L'Appaltatore dovrà fornire ed installare adeguate protezioni, in relazione all'uso ed alla posizione di tutte le tubazioni in opera.

Le tubazioni dovranno essere provate prima della loro messa in funzione per garantire la perfetta tenuta delle stesse a cura e spese dell'impresa; nel caso si manifestassero delle perdite, anche di lieve entità, queste dovranno essere riparate a spese dell'impresa.

Per verificare la buona qualità del materiale impiegato nella fabbricazione di tubi di qualunque genere, la esattezza della lavorazione, il perfetto funzionamento degli apparecchi di manovra, i materiali e le tubazioni dovranno essere sottoposte a tutte le prove e verifiche di collaudo che la Direzione dei Lavori riterrà necessarie .

L'impresa esecutrice dovrà indicare la Ditta fornitrice la quale dovrà, durante la lavorazione, dare libero accesso nella propria officina agli incaricati della Direzione dei Lavori per la verifica della filiera di produzione.

I tubi, i pezzi speciali e gli apparecchi verranno presentati alla verifica in officina completamente ultimati, salvo i rivestimenti protettivi. L'Impresa dovrà procurare a sue cure e spese i mezzi e la mano d'opera necessari per eseguire le prove e verifiche di collaudo. La qualità del materiale impiegato sarà controllata ogni qualvolta la Direzione dei Lavori lo riterrà necessario.

L'accettazione, la verifica e la posa in opera delle tubazioni debbono essere conformi alle vigenti normative in materia.

All'interno di ciascun tubo o pezzo speciale dovranno essere chiaramente con targhetta indelebile i seguenti dati:

- denominazione del fabbricante e la data di fabbricazione;
- il diametro interno, la pressione di esercizio e la massima pressione di prova in stabilimento;

per le tubazioni in acciaio dovrà essere anche indicato:

- la lunghezza della tubazione;
- il peso del manufatto grezzo.



## TUBAZIONI IN ACCIAIO<sup>4</sup>

Dovranno essere in acciaio non legato e corrispondere alle norme UNI ed alle prescrizioni vigenti, essere a sezione circolare, avere profili diritti entro le tolleranze previste e privi di difetti superficiali sia interni che esterni.

La classificazione dei tubi in acciaio è la seguente:

- tubi senza prescrizioni di qualità (Fe 33);
- tubi di classe normale (Fe 35-1/ 45-1/ 55-1/ 52-1);
- tubi di classe superiore (Fe 35-2/ 45-2/ 55-2/ 52-2).

L'acciaio delle lamiere per la realizzazione di tubi di acciaio deve essere di qualità ed avere di norma caratteristiche meccaniche e chimiche secondo la norma UNI EN 6892-1 o analoghe purché rientranti nei seguenti limiti:

- carico unitario di rottura a trazione non minore di 34 kg/mm<sup>2</sup>;
- rapporto tra carico snervamento e carico rottura non superiore a 0,80;
- contenuto di carbonio non maggiore di 0,29%;
- contenuto di fosforo non maggiore di 0,05%;
- contenuto di zolfo non maggiore di 0,05%;
- contenuto di fosforo e zolfo nel complesso non maggiore di 0,08%;
- contenuto di manganese non maggiore di 1,20%;
- contenuto di carbonio e di manganese tali che la somma del contenuto di carbonio e di 1/6 di quello di manganese non sia superiore a 0,45%.

Le lamiere dovranno inoltre prevedere le seguenti tolleranze:

- spessore della lamiera al di fuori dei cordoni di saldatura:
  - in meno: 12,5% ed eccezionalmente 15% in singole zone per lunghezze non maggiori del doppio del diametro del tubo;
  - in più: limitate dalle tolleranze sul peso;
- diametro esterno  $\pm 1,5\%$  con un minimo di 1 mm;
- diametro esterno delle estremità calibrate dei tubi con estremità liscia per saldatura di testa per una lunghezza non maggiore di 200 mm dalle estremità:
  - 1 mm per tubi del diametro fino a 250 mm;
  - 2,5 mm; -1 millimetro per tubi del diametro oltre i 250 mm. L'ovalizzazione delle sezioni di estremità sarà tollerata entro limiti tali da non pregiudicare l'esecuzione a regola d'arte della giunzione per saldatura di testa;
- sul diametro interno del bicchiere per giunti a bicchiere per saldatura: + 3 mm. Non sono ammesse tolleranze in meno;
- sul peso calcolato in base alle dimensioni teoriche ed al peso specifico di 7,85 kg/cm<sup>3</sup> sono ammesse le seguenti tolleranze:
- sul singolo tubo: +10%; -8%;
- per partite di almeno 10 t:  $\pm 7,5\%$ .

Lo spessore dei tubi deve soddisfare la seguente formula, con un minimo di 2,5 mm:

$$s \geq P_n \cdot D_e / 200 \cdot n \cdot S$$

ove:

s = spessore teorico del tubo (mm);

P<sub>n</sub> = pressione nominale (kg/cm<sup>2</sup>);

---

<sup>4</sup> Circolare Min. LL.PP. 05/05/66, n. 2136 – "Istruzioni sull'impiego delle tubazioni in acciaio saldate nella costruzione degli acquedotti".

De = diametro esterno del tubo (mm);

S = carico unitario di snervamento minimo dell'acciaio impiegato (kg/mm<sup>2</sup>);

n = coefficiente di sicurezza allo snervamento dell'acciaio, da ammettersi non superiore a 0,5.

Tutti i tubi, prima di essere rivestiti, saranno sottoposti in officina alla prova idraulica, assoggettandoli a una pressione di prova non minore di 1,5 P<sub>n</sub>, ma tale da non produrre una sollecitazione del materiale superiore all' 80% del carico unitario di snervamento. Durante la prova il tubo sarà sottoposto a martellamento in prossimità delle saldature, ad entrambe le estremità, con martelli di peso non inferiore a 500 g e per il tempo che si riterrà sufficiente onde accertare con sicurezza che non si verifichino trasudamenti, porosità, cricche ed altri difetti. La durata della prova dovrà comunque in ogni caso non essere inferiore a 10 secondi. Tubi con difetti di saldatura possono essere nuovamente saldati in maniera opportuna e dovranno essere sottoposti ad una seconda prova idraulica.

Le estremità dei tubi dovranno permettere l'attuazione di uno dei seguenti tipi di giunzione:

- saldatura di testa, con estremità del tubo calibrate con o senza smussature;
- a bicchiere, di forma cilindrica o sferica, adatto alla saldatura autogena per sovrapposizione;
- a bicchiere cilindrico o leggermente conico, a seconda dell'entità delle pressioni di esercizio, per calafataggio con materiale di ristagno.

Le lamiere costituenti le tubazioni dovranno essere soggette ai seguenti controlli:

- prova di trazione longitudinale e trasversale, prova di resilienza, da eseguirsi con le modalità definite dalle tabelle UNI 4713/79<sup>5</sup>;
- analisi chimica, da attuarsi per ogni colata, su campioni prelevati dalle lamiere. Le lamiere dovranno essere contraddistinte dal numero di colata, che dovrà essere riportato su ciascun tubo.

Le prove dovranno essere eseguite dal fabbricante e i certificati dovranno accompagnare la fornitura per essere poi messi a disposizione del Collaudatore per conto del Committente dei tubi, il quale avrà la facoltà di fare eseguire prove di controllo.

I tubi dovranno essere soggetti ai seguenti controlli:

- prova di trazione longitudinale e trasversale su provetta ricavata dal corpo del tubo in zone normali o parallele agli andamenti delle saldature. Le modalità di esecuzione e la determinazione dei valori delle prove dovranno essere conformi a quanto prescritto nelle tabelle UNI 5465/92<sup>6</sup>;
- prova di trazione su provetta contenente il cordone di saldatura, sia trasversalmente che longitudinalmente ad essa, secondo le « Norme generali concernenti l'esecuzione e l'impiego della saldatura autogena » di cui al decreto ministeriale delle comunicazioni 26 febbraio 1936;
- prova di allargamento secondo le tabelle UNI 663<sup>7</sup>, che può sostituire le prove a) e b) per tubi di diametro esterno inferiore a 140 mm;
- prova di appiattimento trasversale per tubi di diametro non superiore a 300 mm, effettuata su anello della larghezza di 50 mm, ricavato dall'estremità del tubo. Detto anello viene collocato tra due piastre parallele con la giunzione di saldatura equidistante da esse e compresso fino a che la distanza tra le piastre si riduca a 2/3 del diametro esterno dell'anello. Durante la operazione di appiattimento non dovranno manifestarsi né incrinature lungo la saldatura o nell'interno di essa, né difetti di laminazione o bruciature nel metallo. Detta prova, per i tubi di diametro esterno superiore a 300 mm, potrà essere sostituita da prova di piegatura guidata sulla saldatura;
- controllo delle saldature. Il controllo delle saldature dovrà essere eseguito sistematicamente su tutte le saldature, a tubo nudo, con gli ultrasuoni. Nei casi di risultati incerti dovrà essere provveduto al

<sup>5</sup> Tale norma è stata ritirata e sostituita con UNI EN 10045-1/92 - Materiali metallici. Prova di resilienza su provetta Charpy. Metodo di prova.

<sup>6</sup> Tale norma è stata ritirata e sostituita con 6892-1/09 - Materiali metallici - Prova di trazione - Parte 1: Metodo di prova a temperatura ambiente.

<sup>7</sup> Tale norma è stata ritirata e sostituita con UNI EN 10216-1/05 Tubi senza saldatura di acciaio per impieghi a pressione - Condizioni tecniche di fornitura - Tubi di acciaio non legato per impieghi a temperatura ambiente.

successivo controllo radiografico. Ogni imperfezione o difetto individuato con detti controlli dovrà essere eliminato.

Tali prove dovranno essere eseguite su ogni partita di tubi contraddistinti dallo stesso numero di colata, su un tubo scelto a caso per ogni lotto di: 400 tubi o meno, per diametro esterno inferiore a 150 mm; 200 tubi o meno, per diametro esterno compreso tra 150 mm e 300; 100 tubi o meno, per diametro esterno superiore a 300 mm.

Nel caso di esito negativo la prova dovrà essere ripetuta in doppio su provini prelevati dallo stesso tubo. Se anche una sola delle controprove darà esito negativo, questa dovrà ripetersi su altri tre tubi. In caso di esito negativo anche di una sola di queste prove l'accertamento dovrà essere esteso a tutti i tubi della partita.

Dovrà essere conservata tutta la documentazione relativa alle prove sopra descritte a disposizione del Committente o del Direttore dei Lavori.

#### *Rivestimenti protettivi delle tubazioni in acciaio<sup>8</sup>*

I rivestimenti protettivi dei tubi potranno essere dei seguenti tipi:

- zincatura (da effettuare secondo le prescrizioni vigenti);
- rivestimento esterno con guaine bituminose e feltro o tessuto di vetro;
- rivestimento costituito da resine epossidiche od a base di polietilene;
- rivestimenti speciali eseguiti secondo le prescrizioni del Capitolato Speciale o della Direzione dei Lavori.

Tutti i rivestimenti dovranno essere omogenei, aderenti ed impermeabili.

I rivestimenti protettivi interni ed esterni dovranno essere dei tipi comuni a tutti i tubi di acciaio e tali da:

- proteggere efficacemente la superficie interna dall'azione aggressiva dell'acqua convogliata e la superficie esterna dall'azione aggressiva dei terreni o dell'ambiente in cui le tubazioni sono posate;
- conservare la loro integrità anche durante le operazioni di carico, scarico e trasporto nei luoghi d'impiego;
- resistere senza alterazioni sia alle temperature più elevate della stagione calda sia alle temperature più basse della stagione fredda specialmente nelle località più elevate.

La protezione catodica verrà realizzata con anodi reattivi (in leghe di magnesio) interrati lungo il tracciato delle tubazioni ad una profondità di 1,5 m e collegati da cavo in rame.

In caso di flussi di liquidi aggressivi all'interno delle tubazioni, dovranno essere applicate delle protezioni aggiuntive con rivestimenti isolanti (resine, ecc.) posti all'interno dei tubi stessi.

#### **TUBI IN GHISA**

Le tubazioni in ghisa sferoidale per fognatura dovranno essere conformi alle norme UNI EN 598/07<sup>9</sup> - *Tubi, raccordi ed accessori di ghisa sferoidale e loro assemblaggi per fognatura. Prescrizioni e metodi di prova.*

Le tubazioni in ghisa sferoidale per condotte d'acqua dovranno essere conformi alle norme UNI EN 545/07 - *Tubi, raccordi ed accessori di ghisa sferoidale e loro assemblaggi per condotte d'acqua. Prescrizioni e metodi di prova.*

Le tubazioni devono essere zincate esternamente, centrifugate, ricotte e rivestite con vernice di colore rosso bruno. I tubi saranno di norma protetti all'esterno con un rivestimento bituminoso, composto di bitumi ossidati sciolti in adatti solventi o di altri prodotti eventualmente previsti in progetto ed espressamente accettati dalla Direzione dei Lavori.

---

<sup>8</sup> Circolare Min. LL.PP. 05/05/66, n. 2136 – "Istruzioni sull'impiego delle tubazioni in acciaio saldate nella costruzione degli acquedotti".

<sup>9</sup> Tale norma è stata ritirata e sostituita con UNI EN 598/09 - Tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale e loro giunti per fognatura - Requisiti e metodi di prova.

Le tubazioni in ghisa sferoidale saranno unite con giunto elastico automatico con guarnizione a profilo divergente conforme alle norme UNI in materia.

I raccordi avranno le estremità adatte al tipo di giunzione previsto dalle prescrizioni di progetto.

Nei diametri da DN 80 a DN 700 la verniciatura sarà preceduta dall'applicazione di uno strato di zinco mediante apposita pistola conforme alle norme UNI in materia.

Tutti i raccordi, se non diversamente stabilito dalle prescrizioni di progetto, saranno rivestiti sia internamente che esternamente mediante immersione con vernice bituminosa composta da bitumi ossidati sciolti in adatti solventi.

## TUBI IN POLIETILENE AD ALTA DENSITÀ

Saranno realizzati mediante polimerizzazione dell'etilene e dovranno essere conformi alla normativa vigente<sup>10</sup> ed alle specifiche relative ai tubi ad alta densità. Dovranno inoltre possedere una resistenza a trazione non inferiore a 9,8/14,7 N/mm<sup>2</sup> (100/150 kg/cm<sup>2</sup>), secondo il tipo (bassa o alta densità), resistenza alla temperatura da -50°C a +60°C e dovranno essere totalmente atossici.

I tubi dovranno essere forniti senza abrasioni o schiacciamenti; ogni deformazione o schiacciamento delle estremità dovrà essere eliminato con taglio delle teste dei tubi.

Le tubazioni usate per condotte idriche in pressione dovranno essere in grado di sopportare le pressioni di progetto, non riportare abrasioni o schiacciamenti. Sulla superficie esterna dovranno essere leggibili:

- nome del produttore;
- sigla IIP;
- diametro;
- spessore;
- SDR;
- tipo di Polietilene;
- data di produzione;
- norma di riferimento.

I tubi in PE dovranno avere minimo n. 4 linee coestruse (azzurre per tubo acqua e gialle per tubo gas) lungo la generatrice. Il colorante utilizzato per la coestrusione deve essere dello stesso compound utilizzato per il tubo.

Le giunzioni dei tubi, dei raccordi, dei pezzi speciali e delle valvole di polietilene devono essere conformi alle corrispondenti prescrizioni vigenti e possono essere realizzate mediante:

- saldatura di testa per fusione, mediante elementi riscaldanti (termoelementi) in accordo a UNI 10520/09;
- saldatura per fusione, mediante raccordi elettrosaldabili in accordo a UNI 10520/09;
- raccordi con appropriato serraggio meccanico con guarnizione (UNI 9736/06).

Dovranno comunque essere usati i raccordi o pezzi speciali di altro materiale (polipropilene, resine acetaliche, materiali metallici) previsti in progetto ad approvati dalla Direzione Lavori. Per diametri fino a 110 mm, per le giunzioni di testa fra tubi, sono utilizzati appositi manicotti con guarnizione circolare torica ed anello di battuta.

Prima dell'esecuzione della saldatura i tubi di PE dovranno essere perfettamente puliti, asciutti e sgrassati, ed in particolare per le teste da saldare la pulizia dovrà avvenire sia all'esterno che all'interno per almeno 10 cm di lunghezza. Le superfici da collegare con manicotto elettrico (elettrosaldabile) dovranno essere preparate esclusivamente a mezzo di apposito raschiatore meccanico per eliminare eventuali ossidazioni della superficie del tubo.

Eventuali deformazioni o schiacciamenti delle estremità dovranno essere eliminate con tagli o corrette utilizzando le ganasce della macchina saldatrice. Le macchine ed attrezzature usate per il montaggio delle tubazioni in polietilene dovranno essere preventivamente approvate dalla Direzione Lavori.

10 UNI EN 12201-1/04 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua - Polietilene (PE) – Generalità e UNI EN 10910-2/04 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua - Polietilene (PE) – Tubi.

I tubi da saldare dovranno essere appoggiati su appositi cavalletti dotati di rulli di scorrimento ed essere mantenuti con apposite ganasce in posizione perfettamente coassiale.

Nel corso della saldatura e per tutto il tempo di raffreddamento, la zona interessata dovrà essere protetta da sole diretto e dagli eventi meteorici. La temperatura dell'ambiente ammessa durante le operazioni dovrà essere compresa fra 0 e 40 °C. A saldatura avvenuta la protezione dovrà garantire un raffreddamento graduale ed il sistema di bloccaggio dei tubi sulla macchina saldatrice dovrà garantirne la ferma posizione fino a raffreddamento. La sezione dei cordoni di saldatura dovrà presentarsi uniforme, di superficie e larghezza costanti, senza evidenza di soffiature od altri difetti. Al termine delle operazioni di saldatura la condotta dovrà essere sigillata con appositi tappi per mantenere l'interno della stessa perfettamente pulita.

La posa delle tubazioni sul fondo dello scavo dovrà essere effettuata solo con adeguati mezzi d'opera avendo la cura di evitare deformazioni plastiche e danneggiamento alla superficie esterna dei tubi. Eventuali variazioni di tracciamento potranno essere consentite in presenza di eventuali ostacoli dovuti alla presenza di altri sottoservizi e preventivamente autorizzate dalla Direzione Lavori.

#### TUBI IN PVC

Le tubazioni in cloruro di polivinile saranno usate negli scarichi per liquidi con temperature non superiori ai 70°C. I giunti saranno del tipo a bicchiere incollato o saldato, a manicotto, a vite o a flangia. In caso di giunti di tipo rigido, si avrà cura di valutare le eventuali dilatazioni termiche lineari i cui effetti possono essere assorbiti interponendo appositi giunti di dilatazione ad intervalli regolari in relazione alle effettive condizioni di esercizio.

I tubi in PVC rigido non plastificato ed i relativi pezzi speciali dovranno essere contrassegnati con il marchio IIP che ne assicura la conformità alle norme UNI. Prima di procedere alla posa in opera, i tubi dovranno essere controllati uno ad uno per verificarne l'integrità ed individuare eventuali difetti.

La condotta dovrà essere sistemata sul letto di posa in modo da avere un contatto continuo. I giunti di tipo rigido verranno impiegati solo quando il progettista lo riterrà opportuno avendo la cura di valutare le eventuali dilatazioni termiche i cui effetti possono essere assorbiti interponendo appositi giunti di dilatazione ad intervalli regolari in relazione alle effettive condizioni di esercizio.

#### TUBI IN CALCESTRUZZO SEMPLICE

Appartengono a questa categoria i condotti in conglomerato cementizio nei quali non esiste armatura metallica. I tubi in calcestruzzo semplice dovranno essere realizzati con conglomerato di cemento tipo R425 con resistenza caratteristica cubica minimo RcK 35. Dovranno essere confezionati con procedimento di tipo industriale controllato ed avere le estremità sagomate ad incastro semplice per l'innesto tra loro. Gli spessori minimi ammessi sono riportati nella tabella che segue:

Diametro interno in cm	Spessore in mm
10	25
12	30
15	30
20	30
25	35
30	40
40	40
50	50
60	60

70	70
80	80
100	100

## TUBI IN CALCESTRUZZO ARMATO

I tubi in calcestruzzo di cemento armato possono essere di tipo turbocentrifugato oppure di tipo vibrocompresso.

Per tubi turbocentrifugati si intendono quelli realizzati a mezzo di una cassaforma metallica contro la quale il conglomerato cementizio viene costipato a mezzo di un mandrino cilindrico rotante.

Per tubi vibrocompressi si intendono quelli realizzati con una doppia cassaforma fissa nella quale il calcestruzzo viene costipato per mezzo di apparecchiature vibranti. I tubi devono essere confezionati con un getto monolitico di calcestruzzo con caratteristiche uniformi, avere superfici interne lisce ed estremità con la fronte perpendicolare all'asse del tubo.

Non sono ammessi tubi con segni di danneggiamenti che possano diminuire la loro possibilità di utilizzazione, ovvero la resistenza meccanica, l'impermeabilità e la durata nonché la sicurezza dell'armatura contro la ruggine od altre aggressioni.

I tubi dovranno essere fabbricati da ditta specializzata, in apposito stabilimento, adoperando idonee apparecchiature ed effettuando un continuo controllo degli impasti e dei prodotti.

L'Appaltatore è tenuto a comunicare al fornitore tutti i dati necessari alla valutazione delle condizioni di posa e di lavoro delle tubazioni, con particolare riguardo alla profondità di posa, alla natura del terreno, alle caratteristiche della falda freatica, alla natura dei liquami ed alle sollecitazioni statiche e dinamiche a cui dovranno essere sottoposti i tubi.

Prima di dar corso all'ordinazione, l'Appaltatore dovrà comunicare alla Direzione Lavori le caratteristiche dei tubi (dimensioni, spessori, armature, peso, rivestimenti protettivi, ecc.) nonché le particolari modalità seguite nella costruzione.

La Direzione Lavori 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 prescrizioni di capitolato, nei riguardi dell'Amministrazione Appaltante, sarà esclusivamente a carico dell'Appaltatore.

L'assortimento granulometrico nell'impasto dovrà essere convenientemente studiato per garantire adeguate caratteristiche di resistenza meccanica ed impermeabilità. Gli inerti dovranno essere lavati e saranno costituiti da sabbia silicea e da pietrisco frantumato o ghiaietto, suddiviso in quattro classi granulometriche con dimensioni comprese fra i 3 e i 15 millimetri.

Il legante impiegato nell'impasto sarà costituito da cemento ad alta resistenza classe R 425 ed il rapporto acqua cemento non dovrà essere superiore a 0,30. La resistenza caratteristica del conglomerato non dovrà essere inferiore a 35 Mpa.

Le armature sono costituite da tondino di ferro acciaio ad alta resistenza, le cui dimensioni devono risultare dai calcoli statici, nei quali si è tenuto conto anche delle profondità di posa. Il tondino sarà avvolto in semplice o doppia spirale (con passo compreso tra 10 e 15 cm) e saldato elettricamente alle barre longitudinali, di numero e diametro sufficiente a costituire una gabbia resistente, non soggetta a deformarsi durante la fabbricazione.

È prescritta la doppia gabbia per spessori superiori ai 15 cm.

Il tondino deve essere conforme alle norme vigenti per l'esecuzione delle opere in c.a. e sottoposto alle prove previste dalle norme stesse.

Le armature dovranno essere coperte da almeno cm 2 di calcestruzzo all'esterno e da cm 4 all'interno (compatibilmente con lo spessore del tubo) e in ogni caso non meno di cm 2.

Le tubazioni prefabbricate dovranno avere una lunghezza non inferiore a m 2,50.

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 mm 600.

Il tubo ed il relativo bicchiere dovranno essere conformati in modo da consentire l'alloggiamento dell'anello di gomma per la tenuta idraulica delle giunzioni.

Le prove sulla fornitura delle tubazioni sarà affidata ad un istituto specializzato e la scelta dei tubi da sottoporre a prova sarà effettuata dalla Direzione Lavori che potrà prelevarli sia in fabbrica che in cantiere. I costi delle prove sono a carico dell'Appaltatore.

La congiunzione dei tubi verrà effettuata introducendo la parte terminale del tubo, nel giunto a bicchiere del tubo precedente. La tenuta idraulica dei giunti sarà assicurata da una guarnizione in gomma interposta fra le due tubazioni. Le guarnizioni potranno essere applicate al momento della posa in opera oppure incorporate nel getto dei tubi.

Le guarnizioni da applicare al momento della posa delle tubazioni saranno costituite da un anello in gomma antiacido ed anti invecchiante, della durezza minima di 45 Shore, montato sul maschio del tubo. Le guarnizioni incorporate nel getto sono costituite da profilati chiusi in gomma del tipo sopra descritto, montati prima del getto sull'anello di base della cassaforma e quindi inglobati nel getto stesso durante la fabbricazione del tubo.

#### TUBI IN GRES CERAMICO

I tubi 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 con innesto a manicotto o bicchiere. Le tubazioni dovranno inoltre riportare il marchio del produttore e l'anno di fabbricazione.

Devono avere la superficie liscia, brillante ed uniforme caratteristica del materiale silicio-alluminoso cotto ad altissime temperature. In cottura dovrà essere ottenuta la parziale vetrificazione con l'aggiunta di appropriate sostanze, senza l'applicazione di vernici.

I tubi saranno cilindrici e diritti tollerandosi, solo eccezionalmente nel senso della lunghezza, curvature con freccia inferiore ad un centesimo della lunghezza di ciascun elemento. I tubi dovranno essere privi di lesioni, abrasioni, cavità bolle ed altri difetti che possano comprometterne la resistenza. Devono essere perfettamente impermeabili e se immersi completamente nell'acqua per otto giorni non devono aumentare di peso più del 3%.

Un tubo o pezzo speciale, portato gradualmente ad una pressione idraulica interna di 2 kg/m<sup>2</sup> e così mantenuta per 20 secondi, non dovrà trasudare, né presentare incrinature.

In ciascun pezzo i manicotti devono essere formati in modo da permettere una buona giunzione nel loro interno, e le estremità opposte saranno lavorate esternamente a scannellatura.

I pezzi battuti leggermente con un corpo metallico dovranno rispondere con un suono argentino per denotare buona cottura ed assenza di screpolature non apparenti.

La tenuta idraulica delle giunzioni dovrà essere garantita da guarnizioni in resine poliuretaniche colate in fabbrica con le caratteristiche di 20 Kg/cm<sup>2</sup> di resistenza a trazione, 90% di allungamento a rottura e con durezza di 65 Shore A.

Lo smalto vetroso deve essere liscio specialmente all'interno, aderire perfettamente con la pasta ceramica, essere di durezza non inferiore a quella dell'acciaio ed inattaccabile dagli alcali e dagli acidi concentrati, ad eccezione soltanto del fluoridrico.

La massa interna deve essere semifusa, omogenea, senza noduli estranei, assolutamente priva di calce, dura, compatta, resistente agli acidi (escluso il fluoridrico) e dagli alcali impermeabili in modo che un pezzo immerso, perfettamente secco, nell'acqua non ne assorba più del 3,5% in peso. Le normative che riguardano questi tipi di tubazioni sono le UNI 295-1/02 e successive riguardanti *Tubi ed elementi*

*complementari di gres e relativi sistemi di giunzione, destinati alla realizzazione di impianti e di raccolta e smaltimento di liquami. Specificazioni.*

## **TUBI IN CLORURO DI POLIVINILE NON PLASTIFICATO**

Le norme UNI che relative ai tubi in polivinile sono:

UNI EN 607/05 - *Canali di gronda e relativi accessori di PVC non plastificato. Definizioni, requisiti e prove.*

UNI EN 1329-1:2000 e seguenti - *Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa ed alta temperatura) all'interno dei fabbricati. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) - Specifiche per tubi, raccordi e per il sistema.*

UNI EN 1401-1/09 e seguenti - *Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) - Specificazioni per i tubi, i raccordi ed il sistema.*

UNI EN 1453-2/02 - *Sistemi di tubazioni di materia plastica con tubi a parete strutturata per scarichi (a bassa ed alta temperatura) all'interno dei fabbricati. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) - Guida per la valutazione della conformità.*

UNI EN 1452-1-2-3-4-5/10 – *Sistemi di tubazione per l'adduzione d'acqua e per fognature e scarichi interrati e furori terra in pressione. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Parte 1: generale; parte 2: tubazioni; parte 3: raccordi; parte 4: valvolame; parte 5: idoneità all'impiego del sistema.*

UNI EN 1565-1/01 e seguenti - *Sistemi di tubazioni di materia plastica per l'evacuazione delle acque di scarico e delle acque usate (a bassa ed alta temperatura) all'interno della struttura dell'edificio. Miscele di copolimeri di stirene (SAN + PVC) - Specifiche per tubi, raccordi e per il sistema.*

UNI EN 1566-1/00 e seguenti - *Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa ed alta temperatura) all'interno dei fabbricati. Policloruro di vinile clorurato (PVC- C) - Specificazioni per i tubi, i raccordi e il sistema.*

UNI EN 1905/01 - *Sistemi di tubazioni di materia plastica. Tubi, raccordi e materiali di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) - Metodo di valutazione del contenuto di PVC in base al contenuto totale di cloro.*

UNI ISO/TR 7473/83 - *Tubi e raccordi di policloruro di vinile (PVC) rigido (non plastificato). Resistenza chimica nei confronti dei fluidi.*

UNI 13476-1-2/08 e 13476-3/09- *Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi interrati non a pressione - Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE).*

UNI 10972/06 - *Tubi di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) per ventilazione e trasporto interrato di acque piovane.*

UNI EN 12200-1/02 - *Sistemi di tubazioni di materia plastica per pluviali all'esterno dei fabbricati. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Specifiche per i tubi, i raccordi ed il sistema.*

UNI EN 12842/02 - *Raccordi di ghisa sferoidale per sistemi di tubazioni di PVC-U o PE - Requisiti e metodi di prova.*

UNI EN 13598-1/06 - *Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi e fognature interrati non in pressione. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte 1: Specifiche per raccordi ausiliari inclusi i pozzetti di ispezione poco profondi.*

I materiali forniti oltre a rispondere alle norme UNI sopra citate dovranno essere muniti del “Marchio di conformità” rilasciato dall’Istituto Italiano dei Plastici.

In materia si fa riferimento al d.m. 12/12/1985 - “Norme tecniche relative alle tubazioni”. Le tubazioni dovranno assicurare gli stessi requisiti di impermeabilità delle tubazioni in grès. I giunti di collegamento dovranno prevedere anelli di tenuta in lattice naturale o in altro materiale elastometrico.



## CHIUSINI E GRIGLIE

I chiusini di accesso alle camerette d'ispezione ed ai manufatti speciali potranno essere circolari con diametro interno di 60 cm oppure rettangolari con dimensioni 50 x 70 cm.

I materiali utilizzati per la fabbricazione dei dispositivi di chiusura e di coronamento, eccetto le griglie, possono essere i seguenti:

- ghisa a grafite lamellare;
- ghisa a grafite sferoidale;
- getti di acciaio;
- acciaio laminato;
- uno dei materiali a) b) c) d) in abbinamento con calcestruzzo;
- calcestruzzo armato (escluso il calcestruzzo non armato).

L'uso dell'acciaio laminato è ammesso solo se è assicurata una adeguata protezione contro la corrosione; il tipo di protezione richiesta contro la corrosione deve essere stabilito previo accordo fra committente e fornitore.

Le griglie devono essere fabbricate in:

- ghisa a grafite lamellare;
- ghisa a grafite sferoidale;
- getti di acciaio.

Il riempimento dei chiusini può essere realizzato con calcestruzzo oppure con altro materiale adeguato.

Tutti i chiusini, griglie e telai devono portare una marcatura leggibile e durevole indicante:

- UNI EN 124 (norma di riferimento);
- la classe corrispondente (per esempio D 400) o le classi corrispondenti per i quadri utilizzati per più classi (per esempio D 400 - E 600);
- il nome e/o il marchio di identificazione del fabbricante e il luogo di fabbricazione che può essere in codice;
- il marchio di un ente di certificazione;

e possono riportare:

- marcature aggiuntive relative all'applicazione o al proprietario;
- l'identificazione del prodotto (nome e/o numero di catalogo);

Le marcature di cui sopra devono essere riportate in maniera chiara e durevole e devono, dove possibile, essere visibili quando l'unità è installata.

Le superfici di appoggio del coperchio con telaio dovranno essere lavorate con utensile in modo che il piano di contatto sia perfetto e non si verifichi alcun traballamento.

Il coperchio dovrà essere allo stesso livello del telaio e non sarà ammessa alcuna tolleranza di altezza in meno.

Tutti i chiusini dovranno avere la resistenza indicata a progetto, ove non espressamente indicato potrà essere fatto utile riferimento, in accordo con la Direzione Lavori, alla seguente tabella estratta dalla norma UNI EN 124-95:

<b>Zone di impiego</b>	
Classe A 15	(Carico di rottura kN 15). Zone esclusivamente pedonali e ciclistiche- superfici paragonabili quali spazi verdi.
Classe B 125	(Carico di rottura kN 125). Marciapiedi - zone pedonali aperte occasionalmente al traffico - aree di parcheggio e parcheggi a più piani per autoveicoli.
Classe C 250	(Carico di rottura kN 250). Cunette ai bordi delle strade che si estendono al massimo fino a 0,5 mt sulle corsie di circolazione e fino a 0,2 mt sui marciapiedi - banchine stradali e parcheggi per autoveicoli pesanti.
Classe D 400	(Carico di rottura kN 400). Vie di circolazione (strade provinciali e statali) - aree di parcheggio per tutti i tipi di veicoli.
Classe E 600	(Carico di rottura kN 600). Aree speciali per carichi particolarmente elevati quali porti ed aeroporti.

## **ART. 219**

### **MODALITÀ DI ESECUZIONE DEI LAVORI**

Nell'esecuzione dei lavori l'Impresa dovrà attenersi alle migliori regole dell'arte, alle prescrizioni di legge e dei regolamenti vigenti, alle prescrizioni del presente Capitolato, ai documenti di progetto nonché a quanto indicato dalla Direzione dei Lavori.

Sia durante la fase di progettazione che durante quella di esecuzione di un sistema di fognatura occorre seguire tre principi:

- a) deve essere facile e rapida la manutenzione di ogni parte del sistema;
- b) deve essere possibile sostituire ogni parte del sistema;
- c) deve essere possibile estendere il sistema e collegarlo facilmente ad altri impianti simili.

#### *Tracciamenti*

Sarà cura e dovere dell'Impresa, prima di iniziare i lavori, procurarsi presso la Direzione Lavori tutti i dati costruttivi, le misure e gli ordini particolari inerenti, ed in base a tali informazioni completare il tracciamento a mezzo di picchetti, sagome e modine, ecc. sottoponendoli alla Direzione Lavori per il controllo e solo dopo l'assenso di questa potrà darsi l'inizio alle opere relative.

Quantunque i tracciamenti siano fatti e verificati dalla Direzione Lavori, l'impresa resterà responsabile dell'esattezza dei medesimi, e quindi sarà obbligata a demolire e rifare a sue spese quelle opere che non risultassero eseguite conformemente ai disegni di progetto ed alle prescrizioni inerenti.

Saranno a carico dell'Impresa le spese per i rilievi, tracciamenti, verifiche e misurazioni, per i cippi di cemento ed in pietra, per materiali e mezzi d'opera, ed inoltre per il personale ed i mezzi di trasporto occorrenti, dall'inizio delle consegne fino al collaudo compiuto.

#### *Disponibilità delle aree relative - proroghe*

Qualora le opere debbano venire eseguite sui fondi privati, l'amministrazione provvederà a porre a disposizione le aree necessarie per l'esecuzione dell'opera appaltata, come specificato nel progetto allegato al Contratto. Qualora per ritardi dipendenti dai procedimenti d'occupazione permanente o temporanea ovvero di espropriazione, i lavori non potessero intraprendersi, l'Imprenditore edile avrà diritto di ottenere solo una proroga nel caso che il ritardo sia tale da non permettere l'ultimazione dei lavori nel termine fissato dal Contratto, escluso qualsiasi altro compenso o indennità, qualunque possano essere le conseguenze di maggiori oneri dipendenti dal ritardo.

#### *Conservazione della circolazione - sgomberi e ripristini*

L'Impresa, nell'esecuzione delle opere, dovrà assicurare la circolazione pedonale e, ove possibile, quella veicolare sulle strade interessate dai lavori. Essa provvederà pertanto a tutte le necessarie opere provvisorie (passerelle, recinzioni, ecc.), all'apposizione di tutta la segnaletica regolamentare per l'eventuale deviazione del traffico veicolare, ed alla sua sorveglianza.

In ogni caso, a cura e spese dell'impresa dovranno essere mantenuti gli accessi a tutti gli ingressi stradali privati, ovvero tacitati gli aventi diritto, nonché provveduto alla corretta manutenzione ed all'interrotto esercizio dei cavi e delle condutture di qualsiasi genere interessate ai lavori. Gli scavi saranno effettuati anche a tronchi successivi e con interruzioni, allo scopo di rispettare le prescrizioni precedenti. L'Impresa è tenuta a mantenere, a rinterri avvenuti, il piano carreggiato atto al transito dei pedoni e dei mezzi meccanici, provvedendo a tal fine allo sgombero di ciottoli ed alla rimessa superficiale di materiale idoneo allo scopo.

Ultimate le opere, l'Impresa dovrà rimuovere tutti gli impianti di cantiere e sgomberare tutte le aree occupate, rimettendo tutto in pristino stato, in modo che nessun pregiudizio o alterazione derivino in dipendenza dei lavori eseguiti. Dovrà inoltre - qualora necessario - provvedere ai risarcimenti degli scavi con materiali idonei, all'espropriazione del ciottolame affiorante, ed in genere alla continua manutenzione del piano stradale in corrispondenza degli scavi, in modo che il traffico si svolga senza difficoltà e pericolosità.

#### *Posa in opera di tubazioni e pozzetti*

Nella posa in opera delle tubazioni dovranno essere rispettate le prescrizioni di cui al D.M. 12 dicembre 1985 - Norme tecniche relative alle tubazioni e alla relativa Circolare Min. LL.PP. 20 marzo 1986, n. 27291 - Istruzioni relative alla normativa per tubazioni D.M. 12-12-1985.

La posa dei tubi e le relative giunzioni e saldature dovranno essere eseguite da personale specializzato in possesso di idonea certificazione. La Direzione dei Lavori potrà richiedere l'allontanamento di personale che presenti titoli necessari o che, nonostante il possesso di titoli ufficialmente riconosciuti, sottoposto a prova pratica non dia, a suo insindacabile giudizio, garanzia delle cognizioni tecniche e perizia necessarie. Il riconoscimento dell'idoneità del personale saldatore da parte della Direzione Lavori non esonera l'Impresa dalla responsabilità della buona riuscita delle saldature e dai conseguenti obblighi stabiliti a carico dell'Impresa.

Sia prima che dopo la posa delle tubazioni dovrà essere accertato lo stato e l'integrità dei rivestimenti protettivi, sia a vista che con l'ausilio di apparecchio analizzatore di rivestimenti isolanti capace di generare una tensione impulsiva di ampiezza variabile in relazione allo spessore dell'isolamento. Dopo le eventuali operazioni di saldatura dovranno essere realizzati con cura i rivestimenti protettivi in analogia per qualità e spessori a quanto esistente di fabbrica lungo il resto della tubazione.

Alle tubazioni metalliche posate in terreni particolarmente aggressivi o in presenza di acqua di mare con protezione catodica dovranno essere applicate apposite membrane isolanti.

I tubi che l'Impresa intenderà porre in opera dovranno corrispondere per forma e caratteristiche ai campioni o ai certificati richiesti dalla Direzione Lavori. Il direttore lavori visionerà i tubi forniti nel cantiere e prima della loro posa in opera. Laddove non corrispondano ai campioni approvati e non siano stati assemblati in base alle prescrizioni della Direzione dei Lavori, saranno rifiutati e allontanati dal cantiere a sua cura e spese dell'impresa esecutrice.

La posa in opera dei tubi dovrà avvenire previo assenso della Direzione Lavori e non prima che sia ultimato lo scavo completo tra un pozzetto di visita ed il successivo.

Secondo le indicazioni di progetto e della Direzione Lavori si dovrà realizzare un sottofondo costituito, se non prescritto diversamente, da un letto di sabbia o sabbia stabilizzata con cemento previa asportazione di eventuali materiali inadatti quali fango o torba ed ogni asperità che possa danneggiare tubi o rivestimenti. Lo spessore del sottofondo dovrà essere secondo le indicazioni progettuali con un minimo di 10 cm di sabbia opportunamente rinfiancata.

In nessun caso si dovrà regolarizzare la posizione dei tubi nella trincea utilizzando pietre o mattoni o altro genere di appoggi discontinui. Nel caso che il progetto preveda la posa su appoggi discontinui stabili tra tubi ed appoggi dovrà essere interposto adeguato materiale per la formazione del cuscinetto.

In presenza di acqua di falda si dovrà realizzare un sistema drenante con sottofondo di ghiaia o pietrisco e sistema di allontanamento delle acque dal fondo dello scavo.

Le tubazioni, siano esse orizzontali o verticali, devono essere installate in perfetto allineamento con il proprio asse e parallele alle pareti della trincea. Le tubazioni orizzontali, inoltre, devono essere posizionate con l'esatta pendenza indicata a progetto.

La testa del tubo non dovrà essere spinta contro il fondo del bicchiere ad evitare che i movimenti delle tubazioni producano rotture. Gli allacciamenti dovranno essere eseguiti in modo che siano evitati gomiti, bruschi disavviamenti e cambiamenti di sezione. Il collegamento tra tubazioni ed allacciamenti sia eseguita mediante foratura del collettore principale dovrà essere autorizzata dalla Direzione dei Lavori, ove si effettui la foratura questa dovrà essere eseguita a regola d'arte, evitando la caduta dei frammenti all'interno della tubazione. Il tubo inserito non dovrà sporgere all'interno della tubazione principale e la giunzione dovrà essere stuccata accuratamente e rinforzata con un collare di malta adeguata dello spessore di almeno 3 cm ed esteso a 5 cm a valle del filo esterno del tubo immesso.

In caso di interruzione delle operazioni di posa gli estremi della condotta posata dovranno essere accuratamente otturati per evitare che vi penetrino elementi estranei solidi o liquidi.

I tubi, le apparecchiature, i pezzi speciali dovranno essere calati nello scavo o nei cunicoli con cura evitando cadute od urti e dovranno essere discesi nei punti possibilmente più vicini a quelli della definitiva posa in opera, evitando spostamenti in senso longitudinale lungo lo scavo ed si dovranno osservare tutti i necessari accorgimenti per evitare danneggiamenti alla condotta già posata. Si dovranno adottare quindi le necessarie cautele durante le operazioni di lavoro e la sorveglianza nei periodi di interruzione delle stesse per impedire la caduta di materiali di qualsiasi natura e dimensioni che possano recare danno alle condotte ed apparecchiature.

I tubi che dovessero risultare danneggiati in modo tale che possa esserne compromessa la funzionalità dovranno essere scartati e sostituiti. Nel caso il danneggiamento abbia interessato soltanto l'eventuale rivestimento, si dovrà procedere al suo ripristino, da valutare a giudizio della Direzione Lavori in relazione all'entità del danno.

I pezzi speciali ed i raccordi che la Direzione Lavori ordinasse di porre in opera durante la posa delle tubazioni per derivare futuri allacciamenti dovranno essere provvisti di chiusura con idoneo tappo cementizio. Tali pezzi devono inoltre consentire la corretta connessione fra le diverse parti della rete, senza creare discontinuità negli allineamenti e nelle pendenze.

Nel corso delle operazioni di posa si avrà cura di mantenere costantemente chiuso l'ultimo tratto messo in opera mediante tappo a tenuta.

La posa delle tubazioni, giunti e pezzi speciali dovrà essere eseguita nel rigoroso rispetto delle istruzioni del fornitore per i rispettivi tipi di materiale adottato.

I tubi in PVC con giunto a bicchiere destinati agli allacciamenti saranno posti in opera su base di sabbia dello spessore di almeno 30 cm in tutte le altre direzioni.

Le giunzioni dei tubi saranno sigillate con adesivi plastici che garantiscano nel tempo un comportamento elastico.

È consigliabile che il percorso delle tubazioni di scarico non passi al di sopra di apparecchiature o materiali per i quali una possibile perdita possa provocare pericolo o contaminazione. Ove questo non sia possibile è necessario realizzare una protezione a tenuta al di sotto delle tubazioni in grado di drenare, raccogliere e convogliare alla rete generale di scarico eventuali perdite.

Le condotte a gravità dovranno essere posate da valle verso monte e con il bicchiere orientato in senso contrario alla direzione del flusso, avendo cura che all'interno non penetrino detriti o materie estranee o

venga danneggiata la superficie interna della condotta, delle testate, dei rivestimenti protettivi o delle guarnizioni di tenuta.

Le camerette d'ispezione, di immissione, di cacciata e quelle speciali in genere verranno eseguite secondo i tipi e con le dimensioni risultanti dal progetto, sia che si tratti di manufatti gettati in opera che di pezzi prefabbricati.

Nel primo caso il conglomerato cementizio da impiegare nei getti sarà di norma confezionato con cemento tipo 325 dosato a q.li 2,50 per mc di impasto. Prima dell'esecuzione del getto dovrà avervi cura che i gradini di accesso siano ben immorsati nella muratura provvedendo, nella posa, sia di collocarli perfettamente centrati rispetto al camino di accesso ed ad esatto piombo tra di loro, sia di non danneggiare la protezione anticorrosiva.

I manufatti prefabbricati dovranno venire confezionati con q.li 3,50 di cemento 325 per mc di impasto, vibrati su banco e stagionati almeno 28 giorni in ambiente umido. Essi verranno posti in opera a perfetto livello su sottofondo in calcestruzzo che ne assicuri la massima regolarità della base di appoggio. Il raggiungimento della quota prevista in progetto dovrà di norma venir conseguito per sovrapposizione di elementi prefabbricati di prolunga, sigillati fra loro e con il pozzetto con malta di cemento: solo eccezionalmente, quando la profondità della cameretta non possa venir coperta con le dimensioni standard delle prolunghie commerciali e limitatamente alla parte della camera di supporto al telaio portachiusino, si potrà ricorrere ad anelli eseguiti in opera con getto di cemento o concorsi di laterizio.

Tanto le camerette prefabbricate quanto quelle eseguite in opera, se destinate all'ispezione od alla derivazione, di condotti principali di fognatura, dovranno avere il fondo sagomato a semitubo dello stesso diametro delle tubazioni in esse concorrenti e di freccia pari a circa  $\frac{1}{4}$  del diametro stesso; quelle prefabbricate dovranno inoltre essere provviste di fianchi di alloggiamento per le tubazioni concorrenti con innesti del medesimo tipo di quelli delle tubazioni stesse, salvo contraria disposizione della Direzione Lavori, di procedere alla parziale demolizione delle pareti del pozzetto.

Le camerette d'ispezione vanno previste:

- a) al termine della rete di scarico assieme al sifone e ad una derivazione;
- b) ad ogni cambio di direzione con angolo maggiore di 45°;
- c) ogni 15 m di percorso lineare per tubi con diametro fino a 100 mm;
- d) ogni 30 m di percorso lineare per tubi con diametro oltre i 100 mm;
- e) ad ogni confluenza di due o più provenienze;
- f) alla fine di ogni colonna.

Le tubazioni in cemento armato, nonché le camerette e i manufatti speciali potranno essere protette con un rivestimento anticorrosivo realizzato con resine epossidiche. Prima della stesa della resina dovrà essere applicata una mano di aggrappante.

Il rivestimento dovrà essere steso in due mani successive per uno spessore complessivo non inferiore a 600 micron. Il tipo di resina da utilizzare dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori la quale potrà richiedere l'esecuzione, presso un Istituto specializzato di sua fiducia, di prove volte ad accertare la resistenza chimica, l'impermeabilità, la resistenza a compressione ed a trazione, la resistenza ad abrasione ed ogni altra verifica a suo giudizio necessaria per definire la qualità dei prodotti impiegati. Lo strato di rifinitura superficiale dovrà essere liscio per non opporre attrito alle acque e anche per ridurre le possibilità di adesione delle parti solide trascinate dall'acqua. Prima di effettuare la spalmatura occorre spazzolare le superfici per asportare polveri, particelle incoerenti e corpi estranei.

Il prodotto non deve essere applicato in presenza di pioggia, nebbia o formazione di condensa sulle superfici da trattare, potendo un elevato tasso di umidità nell'aria causare al film una parziale o totale perdita delle caratteristiche del film secco.

L'applicazione degli strati successivi al primo deve essere eseguita sul prodotto ancora appiccicoso e nel senso ortogonale al sottostante.

Durante l'applicazione osservare le precauzioni richieste per i prodotti infiammabili in genere e per i prodotti epossidici in particolare.

I dispositivi di chiusura e coronamento (chiusini e griglie) dovranno essere conformi per caratteristiche dei materiali di costruzione di prestazioni e di marcatura a quanto prescritto dalla norma UNI EN 124/95. Il marchio del fabbricante deve occupare una superficie non superiore al 2% di quella del coperchio e non deve riportare nomi propri di persone, riferimenti geografici riferiti al produttore o messaggi chiaramente pubblicitari.

I pozzetti per lo scarico delle acque stradali saranno costituiti da manufatti prefabbricati in calcestruzzo di cemento di tipo monoblocco muniti di sifone incorporato.

Salvo contrarie disposizioni della direzione dei lavori avranno dimensioni interne di 50 x 50 x 90 cm oppure 45 x 45 x 90 cm. La copertura sarà costituita da una caditoia in ghisa nel caso che il pozzetto venga installato in sede stradale o da un chiusino pure in ghisa qualora venga installato sotto il marciapiede. Il tubo di scarico sarà di norma in calcestruzzo del tipo senza bicchiere, del diametro interno di 12 cm.

I pozzetti saranno posti in opera su sottofondo in calcestruzzo; la superficie superiore del sottofondo dovrà essere perfettamente orizzontale e a quota idonea a garantire l'esatto collocamento altimetrico del manufatto rispetto alla pavimentazione stradale.

#### *Allacciamento ai condotti di fognatura degli scarichi privati e dei pozzetti stradali*

Gli allacciamenti dei pozzetti stradali ai condotti di fognatura dovranno, di norma, essere realizzati (salvo particolari disposizioni della Direzione Lavori) in tubi di calcestruzzo di cemento opportunamente rinfiacati.

Gli allacciamenti degli scarichi privati dovranno invece essere realizzati unicamente in tubi di grès ceramico o PVC rigido.

Nell'esecuzione delle opere di allacciamento si dovrà avere particolare cura per evitare gomiti, bruschi risvolti e cambiamenti di sezione ricorrendo sempre all'impiego di pezzi speciali di raccordo e di riduzione.

Le connessioni con gli sghebbi dovranno essere accuratamente eseguite ai fini di non creare sollecitazioni di sorta su di essi, con pericolo di rotture.

Nell'eventualità di dover allacciare al condotto stradale immissioni in punti in cui non esistono sghebbi, le operazioni relative saranno stabilite volta per volta dalla Direzione Lavori.

Per l'inserimento di sghebbi in tubazioni prefabbricate in c.a. si dovrà procedere con ogni diligenza onde evitare la rottura del condotto, limitando le dimensioni del foro a quanto strettamente necessario; gli sghebbi verranno quindi saldati alla tubazione senza che abbiano a sporgere all'interno del tubo e gettando all'esterno dello stesso un blocco di ammaraggio in calcestruzzo onde ad evitare il distacco del pezzo speciale.

Per la realizzazione di allacciamenti alle tubazioni di grès ceramico dovranno essere predisposti appositi pezzi speciali.

In alternativa gli innesti potranno essere realizzati praticando dei fori sulle tubazioni per mezzo di una macchina carotatrice e inserendo in questi uno sghebbi, previa l'interposizione di una apposita guarnizione di tenuta.

Nel collegamento tra i condotti e gli sghebbi dovranno infine prendersi le precauzioni atte ad evitare la trasmissione su questi ultimi di ogni sollecitazione che ne possa provocare la rottura o il distacco. L'Impresa resterà in ogni caso responsabile di cedimenti, rotture e danni che si verificassero e dovrà provvedere a sua cura e spese alle riparazioni e sostituzioni relative, nonché al risarcimento di danni derivati alla stazione appaltante o a terzi.

#### *Tubi infissi mediante spinta idraulica*

Nell'onere per la fase di preparazione del lavoro sono a carico dell'Appaltatore la fornitura ed installazione delle presse di spinta e di tutte le apparecchiature necessarie per l'infissione mediante spinta

idraulica della tubazione, compresi gli eventuali noleggi di macchinari ed apparecchiature necessarie a dare il lavoro ultimato a perfetta regola d'arte.

È pure a suo carico la rimozione, a lavoro ultimato, di tutto il macchinario e le apparecchiature usate per la realizzazione dell'opera.

Di norma la tubazione da infiggere sarà in calcestruzzo di cemento prefabbricato armato con acciaio qualità FeB44K ad aderenza migliorata, con doppia armatura circolare e longitudinale con spessori calcolati, ai sensi delle norme vigenti, in modo da poter resistere ai carichi permanenti e accidentali trasmessi dalle opere sottopassate (strade, manufatti e rilevati ferroviari, ecc.).

La distanza dell'armatura dall'interno del condotto dovrà essere di almeno 4 cm e la sollecitazione a trazione del ferro non dovrà superare 2.200 Kg/cm<sup>2</sup>. Il calcestruzzo impiegato per la costruzione degli elementi della tubazione dovrà avere una resistenza caratteristica cubica a 28 giorni di maturazione  $R'_{bk} = 350 \text{ Kg/cm}^2$  con l'impiego di cemento R 425.

Gli elementi della tubazione della lunghezza minima di m 2 dovranno avere le giunzioni a tenuta idraulica ed essere prive di saldature metalliche circonferenziali.

La pendenza della tubazione e le sue tolleranze planimetriche verranno stabilite dalla direzione lavori per ogni singola opera mentre le tolleranze altimetriche sono ammesse nelle seguenti misure: + 1 cm (diminuzione della pendenza); - 2 cm (aumento della pendenza) ogni 10 metri di tubazione partendo da monte.

Sono a carico dell'Appaltatore: lo scavo necessario per l'infissione della tubazione ed il sollevamento del materiale di risulta fino al piano superiore del cantiere di lavoro, la fornitura dell'acqua di lavoro, la fornitura dell'energia elettrica, l'impianto di ventilazione in sotterraneo, i calcoli statici approvati dall'ente interessato all'attraversamento, le prove dei materiali, il trasporto del materiale di risulta alle pubbliche discariche.

#### *Segnalazione delle condotte*

Prima del completamento del rinterro, nei tratti previsti dal progetto dovrà essere stesa apposito nastro di segnalazione, indicante la presenza della condotta sottostante. Il nastro dovrà essere steso ad una distanza compresa fra 40 e 50 cm dalla generatrice superiore del tubo per profondità comprese fra 60 e 110 cm. mentre, per profondità inferiori della tubazione, la distanza tra il nastro e la generatrice superiore del tubo dovrà essere stabilita, d'accordo con la Direzione Lavori, in maniera da consentire l'interruzione tempestiva di eventuali successivi lavori di scavo prima che la condotta possa essere danneggiata.

### **ART. 220 COLLAUDO DELLE OPERE**

Le operazioni di collaudo dovranno essere concluse entro trenta giorni dalla data di ultimazione dei lavori o in ottemperanza ai termini contrattuali. L'Impresa si impegna a dare esecuzione con la massima sollecitudine possibile a tutti i lavori che, nel corso delle operazioni di collaudo, risulteranno necessari per rendere le opere conformi al progetto ed alle prescrizioni di contratto.

Il collaudo potrà essere concluso solo una volta che sia stata accertata la piena e positiva funzionalità degli impianti non ritenendosi al riguardo sufficiente il mero accertamento dell'esecuzione degli impianti in conformità al progetto. L'Impresa si impegna a dare completa e gratuita garanzia sugli impianti per due anni dopo il collaudo. L'Impresa dovrà inoltre fornire i disegni aggiornati degli impianti eseguiti, completi di dettagli tecnici e dei cataloghi delle apparecchiature. È infine previsto un periodo di gratuita manutenzione a partire dalla data di ultimazione dei lavori fino a quella del certificato di collaudo e sarà, in ogni caso, non inferiore a centottanta giorni.

La condotta sarà sottoposta a prova di tenuta idraulica, per successivi tronchi, con pressione pari ad 1.5 volte la pressione di esercizio, con durata e modalità stabilite in progetto o indicate dalla D.L. e comunque conforme alle previsioni dell'art. 3.10 del D.M. LL. PP. del 12/12/1985.

La prova eseguita a giunti scoperti verrà considerata positiva in base alle risultanze del grafico del manometro registratore ufficialmente tarato e dalla contemporanea verifica di tenuta di ogni singolo

giunto. La medesima prova verrà quindi ripetuta dopo il completo rinterro delle tubazioni sulla base delle risultanze del grafico del manometro. La prova a giunti scoperti avrà durata di 8 ore e la seconda, dopo rinterro, durerà 4 ore. La pressione di prova dovrà essere raggiunta gradualmente, in ragione di non più di una atmosfera al minuto primo.

I verbali, i grafici del manometro, eventuali disegni illustrativi inerenti le prove dovranno essere consegnati al Collaudatore, il quale avrà comunque facoltà di far ripetere le prove stesse.

L'impresa dovrà provvedere a sua cura e spese a fornire l'acqua occorrente, eventuali flangie cieche di chiusura, pompe, manometri registratori con certificato ufficiale di taratura, collegamenti e quant'altro necessario. L'acqua da usarsi dovrà rispondere a requisiti di potabilità, di cui dovrà essere fornita opportuna documentazione, e la Direzione dei Lavori, a suo insindacabile giudizio, potrà vietare all'Impresa l'uso di acqua che non ritenga idonea.

Delle prove di tenuta, che saranno sempre eseguite in contraddittorio, sarà redatto apposito verbale qualunque ne sia stato l'esito. Dopo l'esito positivo delle prove, sia le condotte che le vasche o serbatoi, dovranno essere tenuti pieni a cura e spese dell'Impresa fino a collaudo.

## **E - OPERE DI ACQUEDOTTO**

### **E.1 – CONDOTTE: SCAVI E RITOMBAMENTI**

#### **ART. 300**

#### **SCAVI PER TUBAZIONI E MANUFATTI PER L'ACQUEDOTTO E RITOMBAMENTI**

##### **Scavi**

Lo scavo per la posa delle condutture dovrà essere regolato in modo che l'appoggio del tubo si trovi alla profondità indicata nei profili di posa o al momento della consegna salvo quelle maggiori profondità che si rendessero necessarie in conseguenza dell'andamento altimetrico del terreno e delle esigenze di posa degli scarichi.

L'asse delle tubazioni, in corrispondenza a sedi stradali, dovrà cadere il più vicino possibile al ciglio di destra o di sinistra che, indipendentemente dai disegni di progetto, e quali sono tutti e soltanto indicativi, verrà prescelto dalla Direzione dei Lavori. Gli scavi per la posa delle condutture saranno eseguiti coi mezzi di opera che l'appaltatore riterrà più conveniente con la minima larghezza compatibile con la natura delle terre e col diametro esterno del tubo, ricavando opportuni allargamenti e nicchie.

E' in facoltà della Direzione dei Lavori di ordinare che gli scavi siano eseguiti completamente a mano, cioè senza impiego di mezzi meccanici, ogni qualvolta lo scavo a mano garantisca la realizzazione di economie sul ripristino dei manti stradali. Il fondo dello scavo verrà regolato secondo la prescritta livelletta. Sorgendo dell'acqua di infiltrazione dal fondo e dal terreno circostante, o raccogliendosi nel cavo in caso di pioggia, l'Impresa è obbligata ad eseguire a tutte sue spese, con adeguata attrezzatura, gli esaurimenti necessari. Qualora per la qualità del terreno o altro motivo fosse necessario puntellare, sbadacchiare o armare le pareti degli scavi, l'Impresa dovrà provvedersi di propria iniziativa ed a sue spese, adottando tutte le precauzioni occorrenti per impedire i franamenti, e restando in ogni caso unica responsabile di eventuali danni alle persone e alle cose. Qualora il terreno d'appoggio del tubo non risultasse idoneo, questo, su ordine della Direzione dei Lavori, sarà rimosso e sostituito con materiale adatto, la cui fornitura in opera sarà pagata a prezzi di elenco.

Per la continuità del transito si costruiranno adeguati ponti provvisori, salvo accordi che potessero intervenire fra Impresa ed interessati per una temporanea sospensione o diversione del transito. In particolare l'Impresa dovrà curare le necessarie segnalazioni, le quali durante la notte saranno luminose e se occorre custodire. In caso di inevitabili interruzioni di qualche tratto di strada saranno disposti opportuni avvisi. In ogni modo l'Impresa dovrà rendere possibile, in posizioni opportune, lo scambio di veicoli.

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

Per l'inizio dei lavori, per la manomissione delle strade e piazze, per la conservazione del transito sulle



strade e sui marciapiedi, per la continuità degli scoli di acque, per la difesa degli scavi, per l'incolumità delle persone e per tutto quanto possa avere riferimento ad occupazioni provvisorie che vadano a determinarsi sulle aree pubbliche o private e per quanto concerne la demolizione e la ricostruzione delle pavimentazioni stradali, l'Impresa deve ottenere l'approvazione della Direzione dei Lavori ed anche il preventivo consenso per quanto di sua competenza, delle Autorità competenti e dei privati proprietari, ad attenersi alle prescrizioni degli stessi, senza diritto a particolari compensi anche nel caso di ritardo delle autorizzazioni e dei consensi.

### **Ritombamenti**

Salvo contrarie disposizioni della Direzione dei Lavori, i cavi delle condotte saranno riempiti, dopo la posa in opera dei tubi, solo dopo l'esito favorevole delle opere di resistenza e di tenuta.

I reinterri dovranno eseguirsi disponendo in primo tempo uno strato di circa 20 cm di materiale costipando lo strato con mezzi idonei ed eseguendo successivamente rimesse stratificate di materiale, fino a completo riempimento del cavo e sistemazione del piano stradale.

Effettuando il ritombamento l'Impresa dovrà provvedere a sue spese e cure, e con continuità, alla manutenzione dei riporti, ad effettuare le necessarie ricariche e riprese dei materiali, curando lo sgombrò dell'acqua dalle strade stesse ed assicurando la continuità e sicurezza del transito fino al completo ripristino delle sedi. Su ordine della Direzione dei Lavori l'Impresa è tenuta a:

- durante il reinterro a costipare il materiale di riempimento a mano o con mezzo meccanico in modo da ottenere il completo ripristino della strada; a reinterro completato, a costipare, mediante il passaggio di camion con le ruote sopra il materiale di risulta o trainante un rullo di almeno 3 tonnellate; a sostituire in tutto od in parte il materiale con altro uguale di tipo, sabbia in natura o ghiaietta.

## **E.2 – APPARECCHIATURE: CONDOTTI E POZZETTI**

### **ART. 301**

#### **POZZETTI PER APPARECCHIATURE**

I pozzetti in calcestruzzo, per l'alloggio dell'apparecchiatura in genere, saranno costruiti in numero e posizione che risulteranno dai profili altimetrici delle condotte, anche su condotte esistenti, nei punti su ordine della Direzione dei Lavori: essi avranno in pianta le dimensioni interne e le altezze libere utili corrispondenti ai tipi indicati nell'elenco prezzi e nei disegni.

La platea di fondazione, le pareti e la soletta di copertura, avranno lo spessore riportato nei disegni; il calcestruzzo della platea e delle pareti sarà della classe e dosatura minima indicate dai Capitolati e disegni delle opere d'arte. La soletta e le pareti saranno eventualmente armate secondo le risultanze di eventuali calcolazioni statiche.

In particolare, nella sagomatura dei ferri e nella loro distribuzione, dovrà essere tenuto conto del vano necessario all'accesso del pozzetto, che sarà costituito da un passo d'uomo a chiave, con pietrame e cornice in ghisa, portanti superiormente a vista le scritte dell'acquedotto. Detto passo d'uomo, con coperchio a filo del piano stradale, dovrà avere la sezione interna utile di passaggio cm 50x70 e dovrà pure resistere ai sovraccarichi citati. La soletta di copertura dovrà avere il ricoprimento di almeno 20 cm di pietrisco ed il piano di fondazione dovrà scendere fino alla quota necessaria ad ottenere l'altezza utile indicata.

Sulla stessa soletta dovranno essere annegati, a filo strada o campagna, i chiusini di ghisa per le manovre dall'esterno delle saracinesche con apposita chiave a croce.

I pezzi speciali e le apparecchiature dovranno essere sostenute da muretti, anche in cotto, poggianti sulla platea opportunamente ancorati anche lateralmente contro le spinte orizzontali.

In particolare dovrà porsi cura che nell'interno delle camerette i giunti di collegamento siano liberi e staccati dalle murature in modo da consentire facile accesso e smontaggio.

Le apparecchiature ed i pezzi alloggiati nei pozzetti dovranno essere collegati tra loro da giunti che ne consentano un rapido smontaggio. I fori di passaggio delle tubazioni che attraversano le pareti saranno stuccati ad assestamento avvenuto, con cemento plastico a perfetta tenuta d'acqua. Le pareti interne, la platea e la soletta dovranno essere intonacate in malta di cemento onde garantire la perfetta impermeabilità delle acque esterne. Le camerette dovranno risultare sempre ispezionabili e libere da acque di qualsiasi provenienza. L'accesso dall'alto sarà permesso da scaletta alla marinara, in ferro tondo  $\phi$  20 mm ancorata alla muratura, estesa fra il fondo del pozzetto e la soletta di copertura.

Ogni parte di tavola scoperta situata entro le camerette sarà dipinta con due mani di pittura antiruggine.

### **ART. 302**

#### **TUBAZIONI PER ACQUEDOTTO E APPARECCHIATURE SPECIALI IDRAULICHE**

##### **Generalità**

Le tubazioni saranno montate da personale specializzato, previa preparazione del piano di posa, conformemente ai profili prescritti. Eseguite le giunzioni si procederà al controllo della posizione altimetrica e planimetrica della condotta ed alle conseguenti eventuali rettifiche che saranno a totale carico dell'Impresa.

Nell'interno ed in corrispondenza dei giunti i tubi dovranno essere perfettamente puliti; sarà evitata la loro posa in opera in presenza di acqua o di fango e nel tubo non dovranno rimanere corpi estranei, sassi, sabbia, terra, o impurità di sorta.

In qualunque derivazione o curva ad ampio raggio sarà disposto un efficace ancoraggio della condotta per evitare gli sfiatamenti; tali lavori dovranno effettuarsi prima delle prove di tenuta.

### **Tubazioni in acciaio senza saldatura, a bicchiere, a flangia o a manicotto**

I tubi in acciaio, tranne quelli zincati, saranno tutti bitumati a caldo; all'esterno saranno rivestiti con doppio strato compresso, compatto ed aderente di vetroflex e catrame dello spessore di 4 mm. Eseguite le prove di tenuta si provvederà alla bitumazione e rivestimento dei tubi in corrispondenza ai giunti, ed alla copertura con doppio strato di vetroflex e bitume del tratto privo di tale protezione, nonché di qualunque altra porzione che fosse rimasta scoperta, riparando altresì con più scrupolosa diligenza qualunque guasto dell'involucro di rivestimento seguendo le seguenti prescrizioni:

- Pulizia della superficie metallica da terra, fango, untuosità, ruggine, scorie di saldatura; tale operazione può essere efficacemente eseguita in modo da poter applicare il rivestimento che ricopre la superficie nuda e riprende il lembo estremo di quello esistente realizzando così la continuità di tutto il rivestimento.
- Sulla superficie resa preventivamente pulita ed asciutta si applicano una o più mani di vernice bituminosa (questa vernice è facilmente ottenibile sciogliendo 45 parti di bitume ossidato a 55 parti di toluolo); a questa viene affidato il compito di assicurare l'aderenza del successivo rivestimento alla superficie metallica, aderenza che per essere assicurata richiede un completo essiccamento della vernice.
- Applicazione di uno strato di bitume fuso: questo dovrà avere uno spessore non inferiore a 2 mm, essere continuo su tutta la sua estensione ed estendersi in modo da andare a sovrapporsi alla parte estrema del rivestimento preesistente; l'applicazione del bitume potrà essere eseguita in uno o più tempi lasciando raffreddare lo strato precedente e ciò fino ad avere raggiunto almeno lo spessore sopra detto; per l'applicazione del bitume specialmente nella parte inferiore del tubo ci si potrà aiutare con un pennello o spatola o batuffolo di tessuto di vetroflex legato ad un bastoncino, in modo da assicurare l'applicazione dello strato voluto di ca. 2+3 mm di spessore su tutta la superficie del tubo da rivestire.
- Controllo della continuità dello strato di bitume con "rivelatore a scintilla" e provvedere alla riparazione dei difetti rilevati.
- Applicazione a caldo di due o più fasciature di nastro di tessuto di vetroflex abbondantemente imbevuto di bitume fuso; queste fasciature verranno avvolte in modo da realizzare un'efficace protezione meccanica del sottostante strato di bitume e dovranno ricoprire anche le zone terminali del rivestimento adiacente alla superficie da rivestire. L'avvolgimento di nastro di vetroflex verrà eseguito esercitando una certa trazione in modo da assicurare la sua aderenza al sottostante bitume ed evitare nel modo più assoluto che si formino sacche e vuoti.
- Detto rivestimento verrà applicato in modo che esso abbia uno spessore possibilmente pari a quello applicato sui tubi in fabbrica.
- Si dovrà porre la massima attenzione onde evitare che nel rivestimento abbiano a risultare incorporate sostanze estranee (terra, fango, umidità, erbe, ecc.).
- Se si tratta di riparare lesioni subite dal rivestimento non è necessario asportare le parti bituminose della lesione, ma sarà sufficiente eseguire il procedimento sopra descritto agendo direttamente sulla zona lesionata previa sua pulizia; se la lesione è di limitata estensione rispetto alla circonferenza del tubo è sufficiente ripararla localmente applicando dei fazzoletti di tessuto di vetroflex senza fasciare tutta la circonferenza del tubo.
- Quando si tratta di rivestire superfici irregolari (flange, corpi di saracinesche, ecc.) è opportuno abbondare nello strato di bitume e nelle fasciature cercando di realizzare per quanto possibile, ancora un rivestimento continuo e ben aderente alla superficie metallica. In questi casi si può usare la tecnica di colare bitume entro una scatola che contiene l'organo da isolare (la scatola viene poi staccata ed usata nuovamente).

Il collegamento dei tubi a bicchiere cilindrico o sferico dovrà essere eseguito innestando ad incastro l'estremo maschio di un tubo nel bicchiere dell'altro fino a completo rifiuto.

In particolare si prescrive che:

- la saldatura deve essere eseguita da personale di provata capacità, specializzato in lavori del genere e provvisto di tutte le attrezzature necessarie.
- le estremità da saldare devono venire predisposte in modo appropriato e comunque liberate da ruggine, tracce di bitume, scaglie ed impurità varie, in modo da presentare il metallo

perfettamente nudo.

- lo spessore del cordone di saldatura deve essere di regola, non inferiore a quello del tubo e presentare un profilo convesso (con freccia variante fra 1+2 mm) senza soluzione di continuità;
- la sezione dei cordoni deve essere uniforme e la loro superficie esterna, regolare, di larghezza costante senza porosità ed altri difetti apparenti;
- i cordoni di saldatura devono essere eseguiti in modo da compenetrarsi completamente col metallo base lungo tutta la superficie d'unione; la superficie di ogni passata, prima di eseguire quella successiva, deve essere ben pulita e liberata dalle scorie mediante martellamento ed accurata spazzolatura;
- gli elettrodi debbono essere scelti di buona qualità e di adatte caratteristiche, in modo da consentire una regolare ed uniforme saldatura, tenendo presente che il metallo di apporto depositato deve risultare di caratteristiche meccaniche il più possibile analoghe a quelle del metallo base.

La giuntura dei tubi, a saldatura autogena con barrette di acciaio dolce cotto, dovrà essere eseguita da operatori particolarmente esperti ed in modo da evitare irregolarità e sbavature del metallo di riporto.

Le saldature di testa potranno essere effettuate solo con tubi non ovalizzati. Per i tubi a flangia si adotteranno guarnizioni esclusivamente di tela gommata con spessore di mm 3 in un solo pezzo ed in un solo strato. Le flange dei tubi, gli spessori, i fori ed i bulloni dovranno tutti essere rispondenti alle vigenti norme UNI per le pressioni prescritte. I tubi filettati a manicotto saranno posti in opera secondo le prescrizioni precedenti, avendo cura di non deteriorare la zincatura o il rivestimento e di non ovalizzare il tubo.

Nelle giunzioni la filettatura dovrà coprire un tratto pari circa il diametro esterno del tubo, quale materiale di guarnizione si impiegherà stoppa di canapa spalmata con mastice di minio. Gli spessori dei tubi in acciaio sono specificati, diametro per diametro, nell'elenco dei prezzi.

### **Tubazioni in ghisa**

Le tubazioni in ghisa saranno costituite da elementi in ghisa centrifugata, a grana grigia compatta ed omogenea, con gli spessori indicati nelle norme UNI e per pressioni di collaudo rispettivamente indicate nelle singole voci di elenco e conformi per ogni altra caratteristica alla norma n. 20 in data 31.07.1937 pubblicata nel Bollettino Ufficiale del Ministero dei LL.PP. n. 22 pag. 1390. Le giunzioni fra tubo e tubo saranno a bichiere, a flangia, a Gibault o similari.

### **Prove di tubazioni in opera**

Si sottoporranno a pressione interna tratti di tubazioni parzialmente interrati con giunti scoperti la cui lunghezza dovrà essere la massima possibile e con il maggior numero di pezzi speciali, saracinesche, attraversamenti di manufatti o strade, ecc. già inseriti nella condotta stessa.

In casi particolari o su richiesta dell'Impresa potrà essere ammesso di eseguire le prove con tubazioni anche completamente interrate; l'Impresa non avrà diritto in nessun caso ad alcun compenso per la ricerca ed individuazione di eventuali perdite che risultassero dalla prova a pressione. Le testate terminali delle tratte di condotte in prova saranno chiuse mediante apposite apparecchiature fissate su ancoraggi dimensionati per le pressioni e diametri in gioco; dette apparecchiature avranno dimensioni e forme scelte dall'Impresa che è responsabile della loro perfetta inamovibilità e tenuta. Raggiunta nella tratta in prova, mediante pompaggio d'acqua, la pressione prescritta, verrà tolta la pompa in maniera che non sia più possibile il pompaggio e verrà chiuso a chiave il manometro scrivente controllato da un manometro campione precedentemente montato in parallelo. Le spese per le prove sia in officina che in opera, saranno a totale carico dell'Impresa, la quale dovrà eseguire tutti i lavori prescritti e quanti altri ne possano occorrere (chiusura di saracinesche perdenti con flange cieche, scavi, ripristini, ecc.) e mettere a disposizione della Direzione dei Lavori qualsiasi mezzo, strumento o altro che fosse necessario al buon andamento e alla riuscita delle prove stesse; verificandosi rottura di tubazioni o di altre parti delle condotte, queste dovranno essere cambiate, restando a carico dell'Impresa gli eventuali maggiori pezzi speciali e giunti che fosse necessario installare nonché i movimenti di terra, gli agottamenti, i ripristini ed ogni altra qualsiasi opera fino alla completa riuscita delle prove. L'acqua di riempimento delle condotte dovrà essere limpida e contenere una fortissima percentuale di ipoclorito o altro prodotto di analoga azione disinfettante; il tutto a scelta dell'Impresa, responsabile della riuscita finale delle prove e della disinfezione delle condotte.

Il manometro, del tipo scrivente, da usare per le prove, dovrà essere inserito nel punto delle tratte in prova avente la quota media del tratto in pressione. Prima della prova, con la condotta in leggera pressione, verranno ripetutamente aperti i rubinetti installati nelle cuspidi intermedie e terminali, fino alla totale eliminazione dell'aria o gas contenuti nella condotta e cioè sino a che vi fuoriesca solo acqua.

### **Tubazioni in acciaio o ghisa**

Le tubazioni in acciaio o ghisa saranno provate una prima volta in opera portando la pressione interna fino alla massima pressione di esercizio possibile aumentata di 10 atmosfere.

La seconda prova da eseguirsi a condotta interrata e completa di pezzi speciali e valvole sarà di 3 atmosfere superiore a quella idrostatica.

### **Apparecchiature speciali idrauliche**

I collari da presa, gli sfiati, le saracinesche, gli accessori sottosuolo ed altre apparecchiature dovranno essere collegati alla tubazione secondo le prescrizioni che saranno impartite dalla Direzione dei Lavori. L'uso di collari e di staffe per collegamenti di apparecchi verrà permesso solo in caso eccezionale. Se l'applicazione degli apparecchi accessori sulle derivazioni non venisse fatta contemporaneamente alla posa dei tubi, le derivazioni stesse verranno chiuse provvisoriamente con flange a collare cieco o con tappo filettato (a seconda dei casi), munite di guarnizioni di gomma. Le guarnizioni saranno in tela gommata dello spessore di 3 mm e la posa in opera dovrà garantire anche a distanza di anni la possibilità di smontaggio senza danni o rotture.

Le saracinesche saranno costruite con corpo in ghisa a sezione piatta od ovale secondo le pressioni di esercizio rispettivamente indicate e garantite dalle ditte costruttrici e le prescrizioni della Direzione dei Lavori, e dovranno potersi manovrare sotto carico ed anche con pressioni da una sola parte del cuneo.

Le saracinesche saranno collegate alle tubazioni con raccordi metallici a flangia, la quale sarà unita alla saracinesca con interposizione di una gomma dello spessore di 3 mm. Per le saracinesche da collocarsi in pozzetti o in camere di manovra, valgono le indicazioni dei disegni di progetto, per quelle invece da installarsi nel sottosuolo dovrà essere curata in modo speciale che il piede della saracinesca poggi solidamente su un blocchetto di calcestruzzo, e il chiusino stradale poggi rigidamente su una piastra di calcestruzzo.

Sulle saracinesche, pezzi speciali di collegamento ed accessori, a posa ultimata, sarà data una nuova mano di catrame liquido. Con le saracinesche sarà fornito un conveniente numero di chiavi di manovra.

Gli sfiati automatici dovranno essere del tipo galleggiante Crotone, Roma, od altro analogo, a scelta della Direzione dei Lavori, per pressioni di esercizio rispettivamente di 20 o 10 atmosfere. Gli sfiati automatici saranno provvisti di rubinetto di intercettazione a tre vie. Gli sfiati saranno posti in opera, nei punti da precisare alla consegna, in apposito pozzetto. Essi saranno collegati all'estradosso delle tubazioni con tubi di acciaio zincati e collare d'attacco o giunti a presa precostituita, o apposito TE di derivazione a seconda dei diametri e delle prescrizioni della Direzione dei Lavori. Dovranno risultare a quote convenienti entro il pozzetto, in modo da poter facilmente ispezionare e manovrare la valvola ed il rubinetto di intercettazione.

Al fine di evitare eventuali sollecitazioni esterne alla condotta di linea alla quale gli sfiati sono collegati, si può prevedere di porre i pozzetti contenenti questi ultimi a lato della condotta con adeguati collegamenti atti a garantire un sufficiente grado di flessibilità.

### **Tubi in PVC impiegati per acquedotti potabili**

I tubi, curve, braghe, riduzioni, manicotti, raccordi, o tappi di chiusura, elementi di ispezione, elementi per attacco a pozzetti, saranno costituiti in PVC nel rispetto delle Norme UNI 7441-75 e 7448-75.

#### **ART. 303**

#### **SCAVI PER LA POSA DEI CONDOTTI DI ACQUEDOTTI**

La valutazione dei movimenti di materie per scavi e rinterri, sistemazione in riempimenti del materiale di risulta, sarà fatta a metro lineare di lunghezza effettuando delle trincee secondo l'area delle condotte coi prezzi di elenco, qualunque ne sia la profondità raggiunta, e secondo le sezioni tipo di scavo riportati negli elaborati di progetto.

#### **ART. 304**

#### **PEZZI SPECIALI OD APPARECCHIATURE**

I pezzi speciali in acciaio o ghisa (TE, bouts, riduzioni, curve, ecc.) posti in opera sulle condotte, sono valutati al Kg. Saranno pure valutate a peso le tubazioni e connessioni idrauliche situate entro le opere di presa, o serbatoi, nonché gli spezzoni di tubazioni metalliche inferiori a m 2, inserite su condotte di sagomatura speciale (cavallotti, ecc.).

Le saracinesche di arresto o di scarico, gli sfiati, le valvole ed ogni altra apparecchiatura che vada ad inserirsi nelle tubazioni sarà valutata a numero. Il compenso per guarnizioni, bulloni ed ogni altro materiale accessorio per il collegamento dei pezzi speciali, saracinesche e sfiati e quello per appoggi murari, staffe e sostegni degli stessi sono compresi in quelli delle rispettive forniture principali; negli stessi compensi è pure compresa la fornitura di un conveniente numero di chiavi (30%) di adeguata lunghezza per l'apertura e la manovra dei pozzetti, chiusini, saracinesche, sfiati.

#### **ART. 305**

#### **POZZETTI PER ACQUEDOTTO**

I pozzetti in calcestruzzo, per l'alloggio delle apparecchiature in genere, saranno costruiti in numero e posizione che risulteranno dai profili altimetrici delle condotte: essi avranno in pianta le dimensioni interne e le altezze libere utili corrispondenti ai tipi indicati nell'elenco prezzi e nei disegni. La platea di fondazione, le pareti e la soletta di copertura, avranno lo spessore riportato nei disegni e saranno armate in modo da sostenere gli eventuali carichi stradali.

Sulla soletta di copertura dovranno essere annegati, a filo strada o campagna, i chiusini di ghisa per le manovre dall'esterno delle saracinesche con apposita chiave a croce. I pezzi speciali e le apparecchiature dovranno essere sostenute da muretti, anche in cotto, poggiati sulla platea opportunamente ancorati anche lateralmente contro le spinte orizzontali. Le apparecchiature ed i pezzi speciali alloggiati nei pozzetti dovranno essere collegati tra loro da giunti che ne consentano un rapido smontaggio.

I fori di passaggio delle tubazioni attraverso le pareti, saranno stuccati ad assestamento avvenuto, con cemento plastico a perfetta tenuta d'acqua. Le pareti interne, la platea e la soletta dovranno essere intonacate in malta di cemento onde garantire la perfetta impermeabilità delle acque esterne.

Le camerette dovranno risultare sempre ispezionabili e libere da acqua di qualsiasi provenienza.

Il prezzo a metro cubo vuoto per pieno per la fornitura in opera dei pozzetti di calcestruzzo lungo le condotte, conformi ai tipi di progetto, è comprensivo di qualsiasi onere per i movimenti di terra, fornitura del passo d'uomo in ghisa, delle murature, dei ferri di armature, degli aggettanti, delle stuccature, degli intonaci, delle scalette, dei sostegni, degli ancoraggi, delle segnalazioni stradali diurne e notturne e di tutte le altre forniture necessarie a dare finiti i lavori.

## F – IMPIANTO DI PUBBLICA ILLUMINAZIONE

### F.1 – PRESCRIZIONI PARTICOLARI

#### ART. 400

#### PARTICOLARI PRESCRIZIONI PER L'IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

##### **Tubazioni interrate con tubi in calcestruzzo rotocompresso o PVC**

Le tubazioni in cls o pvc saranno costituite dalla lunghezza normale di ml 1 ad incastro piano, ben stagionati, accostati tra loro e non cementati. La tubazione dovrà essere posta su un letto conforme di sabbia alla profondità di m 0,60 su di un cunicolo largo 0,40+0,50 ml eseguita meccanicamente o a mano. In corrispondenza di attraversamenti stradali o passaggi carrai, i tubi dovranno essere rivestiti da uno strato di calcestruzzo a qli 2 di cemento per mc d'impasto dello spessore medio di cm 10. La tubazione dovrà essere ricoperta con materiale molto arido ben costipato in modo da ridurre al minimo il successivo calo. La chiusura degli scavi potrà essere effettuata solo ad avvenuto controllo, da parte della Direzione dei Lavori, della corretta posa dei tubi.

##### **Giunzioni dei conduttori**

Le giunzioni dei conduttori e dei cavi, come prescritto dalle norme CEI, devono essere tali da non aumentare la resistenza elettrica del conduttore né, quando si tratti di cavi, da diminuire l'isolamento. La loro resistenza meccanica a trazione non deve essere inferiore al 90% di quella del conduttore; per le linee in cavo non autoportante questa ultima prescrizione si applica non alle giunzioni del cavo, ma alle giunzioni della fune portante. Le terminazioni e le giunzioni devono avere grado di isolamento adeguato a quello dei cavi su cui vanno montate.

A tale riguardo occorre tenere conto non solo delle tensioni di esercizio e delle eventuali sovratensioni ad impulso, ma anche delle condizioni di posa (in particolare: altitudine superiore a 1000 m; umidità; insudiciamento; disponibilità di spazio). Si intende che avranno grado di isolamento adeguato a quello dei cavi, le terminazioni e le giunzioni che supereranno le "prove su spezzoni" prescritte per i cavi stessi delle norme CEI 20.

Per quanto riguarda le modalità di esecuzione vale quanto segue:

- a) *giunzioni e derivazioni su linee in rame nudo*: saranno eseguite mediante legature dei terminali, di tipo approvato dalla Direzione dei Lavori e successiva saldatura a stagno;
- b) *giunzioni e derivazioni su linee aeree in cavo su isolatori*: saranno eseguite mediante legatura dei terminali, di tipo approvato dalla Direzione dei Lavori con successiva saldatura a stagno e rivestimento con nastro isolante del tipo in pvc di cui al successivo elenco prezzi per uno spessore minimo uguale allo spessore del rivestimento o del cavo. Il tutto dovrà essere ricoperto con vernice isolante del tipo "spray".
- c) *giunzioni e derivazioni su linee in cavo graffettate su anima in acciaio e su linea in cavo interrato*: saranno eseguite mediante legature dei terminali di tipo approvato dalla Direzione dei Lavori, con saldatura a stagno, o con l'interposizione di morsetti in ottone isolanti, copertura con nastro isolante autoagglomerante ricoperto da vernice protettiva, successivo rivestimento con n. 3 passate di nastro isolante adesivo in pvc e protezione addizionale con vernice isolante per sigillatura del tipo "spray".
- d) *giunzioni e derivazioni su linee in cavo interrato eseguite con il sistema a resina iniettata*: saranno eseguite con materiali delle caratteristiche di cui al successivo elenco prezzi in conformità alle prescrizioni delle Case costruttrici. I morsetti per le giunzioni e le derivazioni saranno preferibilmente del tipo saldato o a pressione; si potranno usare tuttavia altri tipi di morsetti tenendo conto della tensione di esercizio e purché privi di spigoli vivi.

Le giunzioni dei cavi dovranno essere eseguite esclusivamente nei pozzetti di ispezione.

##### **Posa dei sostegni**

I sostegni posti in opera con semplice infissione dovranno avere il foro di infissione delle dimensioni minime, compatibilmente con il sistema di esecuzione, ed il sostegno dovrà avere un calaggio con ciottoli per assicurarne la massima stabilità. I sostegni posti entro il blocco di cls, la cui superficie superiore

dovrà essere circa 10 cm sotto piano strada o del marciapiede, dovranno avere il vano tra foro e sostegno riempito con sabbia ben costipata con un colpetto superiore di + 5 cm in cls. Se i centri luminosi installati sui sostegni sono alimentati da linee interrate è essenziale che i cavi nel tratto del vano di ispezione all'interno del sostegno vengano protetti da un'adeguata guaina resistente all'umidità. E' assolutamente vietato l'impiego di guaine metalliche anche se zincate. E' altresì necessario adottare pressacavi protetti in gomma o simili nel caso di cavi uscenti da fori eseguiti sui bracciali e sui sostegni in acciaio.

### **Coloritura delle superfici metalliche**

Dovrà essere eseguita con vernici particolarmente resistenti all'azione degli agenti atmosferici; dette vernici dovranno essere applicate a pennello su superfici perfettamente levigate e sgrassate; in ogni caso l'ultima mano dovrà essere applicata dopo la messa in opera del sostegno.

### **Armature**

Le armature dovranno essere cablate nel modo più razionale con cavi di adeguato isolamento in fibra tessile di vetro-laminato. Saranno poste all'altezza stabilita nel presente Capitolato e prescritte dalla Direzione dei Lavori. In generale, salvo prescrizione contraria, saranno installate con l'asse maggiore ortogonale all'asse minore orizzontale ed inoltre la posizione della lampada rispetto al riflettore dovrà essere quella prescritta dalla Casa costruttrice.



**ART. 401**

**SCAVI PER POSA IN OPERA DEL CAVO PER LA MEDIA TENSIONE**

Saranno valutati per un volume paria la pozzetto dell'area delle sezioni tipo riportate nelle opere d'arte di progetto per la lunghezza delle varie tratte senza tenere conto di eventuali maggiori volumi che derivassero da maggiori inclinazioni delle pareti rispetto alle sezioni previste in progetto, essendo stato compreso nel prezzo relativo ogni onere per eventuali allargamenti o inclinazioni diversi da quelli indicati in progetto. L'altezza delle sezioni di scavo è valutata fra la quota di fondo e quella del piano orizzontale passante per la quota media del terreno naturale soprastante.

Non sarà pertanto valutato ai fini contabili il maggiore scavo eventualmente effettuato dall'Impresa dopo aver eseguito i riporti per la costruzione dei rilevati stradali nell'ambito dello stesso terreno riportato, dovendosi intendere già compresi nel prezzo del rilevato tutti gli oneri di stendimento, costipazione, anche con eventuale presenza delle tubazioni per fognatura.

**ART. 402**

**SCAVI PER LA POSA CONDOTTE DI CONTENIMENTO LINEE DI ALIMENTAZIONE  
INTERRATA PER ILLUMINAZIONE PUBBLICA**

La valutazione dei movimenti di materie per scavi e rinterri, sistemazione in riempimenti del materiale di risulta, sarà fatta a metro lineare di lunghezza effettuando delle trincee secondo l'area delle condotte coi prezzi di elenco, qualunque ne sia la profondità raggiunta, e secondo le sezioni tipo di scavo riportati negli elaborati di progetto, oppure a metro cubo di scavo se queste saranno le indicazioni dell'Elenco prezzi.

**ART. 403**

**OPERE ELETTRICHE**

Restando chiara la valutazione delle opere da computarsi a numero, si conviene che i cavi ed i conduttori saranno misurati per il loro effettivo sviluppo in opera ed il ferro lavorato sarà pesato prima della posa in opera, ma dopo l'applicazione della prima mano di antiruggine e la lunghezza delle sospensioni sarà uguale alla distanza minima tra i due ganci estremi.

## **G – CANALIZZAZIONI ENEL - TELECOM**

### **ART. 500**

#### **PARTICOLARI PRESCRIZIONI PER LE TUBAZIONI VUOTE INTERRATE CON TUBI IN PVC PER ENEL E TELECOM**

Tali canalizzazioni sono predisposte interrate entro tubazioni in generale di pvc del tipo e diametro indicato dagli Enti erogatori.

Gli scavi saranno predisposti alla profondità indicata dagli stessi Enti secondo gli schemi proposti nei disegni tipo allegati al progetto.

Le singole tratte di canalizzazione, il tipo di pozzetto per l'ispezione e il tipo di chiusino degli stessi saranno quelli riportati negli stessi disegni o nelle specifiche voci di elenco prezzi.

### **ART. 501**

#### **SCAVO PER LA POSA DEI CONDOTTI PER LA DISTRIBUZIONE ENEL-TELECOM**

La valutazione dei movimenti di materie per scavi e rinterri, sistemazione in riempimenti del materiale di risulta, sarà fatta a metro lineare di lunghezza effettuando delle trincee secondo l'area delle condotte coi prezzi di elenco, qualunque ne sia la profondità raggiunta, secondo le sezioni tipo di scavo riportate negli elaborati di progetto.

Qualora la computazione e le indicazioni progettuali diano indicazioni in tal senso, potrà essere pagato a metrocubo.

## H - IMPIANTI TECNOLOGICI

### ART. 600

#### CONSEGNA E NORME PER IL COLLAUDO DEGLI IMPIANTI

##### CONSEGNA DEGLI IMPIANTI

Dopo l'ultimazione dei lavori ed il rilascio del relativo certificato da parte dell'Amministrazione, questa avrà la facoltà di prendere in consegna gli impianti, anche se il collaudo definitivo degli stessi non abbia ancora avuto luogo.

In tal caso, però, la presa in consegna degli impianti da parte dell'Amministrazione dovrà essere preceduta da una verifica provvisoria degli stessi che abbia avuto esito favorevole.

Anche qualora l'Amministrazione non intenda avvalersi della facoltà di prendere in consegna gli impianti ultimati prima del collaudo definitivo, essa potrà disporre, affinché dopo il rilascio del certificato di ultimazione lavori, si proceda alla verifica provvisoria degli impianti.

Sarà pure facoltà della Ditta di chiedere che, nelle medesime circostanze, la verifica provvisoria degli impianti abbia luogo.

La verifica provvisoria accerterà che gli impianti siano in condizione di poter funzionare normalmente, che siano state rispettate le vigenti norme di legge per la prevenzione degli infortuni ed in particolare dovrà controllare:

- lo stato di isolamento dei circuiti;
- la continuità elettrica dei circuiti;
- il grado di isolamento e le sezioni dei conduttori;
- l'efficienza dei comandi e delle protezioni nelle condizioni del massimo carico previsto;
- l'efficienza delle protezioni contro i contatti indiretti.

La verifica provvisoria avrà lo scopo di consentire, in caso di esito favorevole, l'esito de funzionamento degli impianti ad uso degli utenti a cui sono destinati.

Ad ultimazione della verifica provvisoria, l'Amministrazione prenderà in consegna gli impianti con regolare verbale.

Ad impianto ultimato, si dovrà provvedere alle seguenti verifiche di collaudo:

- rispondenza alle disposizioni di legge;
- rispondenza a prescrizioni particolari concordate in sede i offerta;
- rispondenza alle norme CEI relative al tipo di impianto, come di seguito descritto.

In particolare nel collaudo definitivo dovranno effettuarsi le seguenti verifiche:

- a) che siano state osservate le norme tecniche generali;
- b) che gli impianti ed i lavori siano corrispondenti a tutte le richieste e le preventive indicazioni, inerenti allo specifico appalto, precisate dall'Amministrazione nella lettera di invito alla gara o nel disciplinare tecnico a base della gara, purché risultino confermate nell'offerta della ditta aggiudicataria e purché non siano state concordate delle modifiche in sede i aggiudicazione dell'appalto;
- c) che gli impianti ed i lavori siano in tutto corrispondenti alle indicazioni contenute nell'offerta, purché non siano state concordate delle modifiche in sede di aggiudicazione dell'appalto;
- d) che gli impianti ed i lavori corrispondano inoltre a tutte quelle eventuali modifiche concordate in sede di aggiudicazione dell'appalto, di cui è detto ai precedenti commi b) e c);
- e) che i materiali impiegati nell'esecuzione degli impianti, dei quali siano stati presentati i campioni, siano corrispondenti ai campioni stessi;
- f) inoltre, nel collaudo definitivo verrà redatto regolare verbale.

##### **1 Esame a vista**

Dovrà essere eseguita un'ispezione viva per accertarsi che gli impianti siano realizzati nel rispetto delle prescrizioni delle Norme generali, delle Norme degli impianti di terra e delle Norme particolari riferentesi all'impianto installato. Detto controllo dovrà accertare che il materiale elettrico, che costituisce l'impianto fisso, sia conforme alle relative norme, sia scelto correttamente

ed installato in modo conforme alle prescrizioni normative e non presenti danni visibili che possano compromettere la sicurezza.

Tra i controlli a vista dovranno essere effettuati i controlli relativi a:

- protezioni e misura di distanze nel caso di protezione con barriera;
- presenza di adeguati dispositivi di sezionamenti e interruzioni polarità, scelta del tipo di apparecchi e misure di protezione adeguate alle influenze esterne, identificazione dei conduttori di neutro e di protezione, fornitura di schemi, cartelli ammonitori, identificazione di comandi e protezioni, collegamenti dei conduttori.

Inoltre è opportuno che questi esami inizino durante il corso dei lavori.

## **2 Verifica del tipo di dimensionamento dei componenti dell'impianto e dell'apposizione dei contrassegni di identificazione**

Si dovrà verificare che tutti i componenti dei circuiti messi in opera nell'impianto utilizzatore siano del tipo adatto alle condizioni di posa ed alle caratteristiche dell'ambiente, nonché correttamente dimensionati in relazione ai carichi reali di funzionamento contemporaneo, o in mancanza di questi, in relazione a quelli convenzionali.

Per cavi e conduttori si dovrà controllare che il dimensionamento risulti fatto in base alle portate indicate nelle tabelle CEI-UNEL; inoltre si dovrà verificare che i componenti siano dotati dei dovuti contrassegni di identificazione, ove prescritti.

## **3 Verifica della sfilabilità dei cavi**

Si dovranno estrarre uno o più cavi dal tratto di tubo o di condotto compreso tra due cassette o scatole successive e controllare che quest'operazione non abbia provocato danneggiamento agli stessi.

La verifica andrà eseguita su tratti di tubo o di condotto per una lunghezza pari complessivamente ad una percentuale tra l'1% ed il 5% della lunghezza totale.-

## **4 Misura della resistenza di isolamento**

Si dovrà eseguire con l'impiego di un ohmetro, la cui tensione continua sia 250 V, nel caso di misura su parti di impianto di categoria O o su parti di impianto alimentate a bassissima tensione di sicurezza, oppure di 500 V, in caso di misura su parti di impianto di prima categoria.

La misura si dovrà effettuare tra ogni conduttore attivo ed il circuito di terra e fra ogni coppia di conduttori tra loro.

Durante la misura gli apparecchi utilizzatori dovranno essere disinseriti; la misura sarà relativa ad ogni circuito, intendendosi per tale la parte di impianto elettrico protetto dallo stesso dispositivo di protezione.

I valori minimi ammessi per costruzioni tradizionali sono:

- 500.000 Ohm per sistemi a tensione nominale superiore a 50V;
- 250 Ohm per sistemi a tensione nominale inferiore o uguali a 50V.

## **5 Misura delle cadute di tensione**

La misura delle cadute di tensione dovrà essere eseguita tra il punto di inizio dell'impianto ed il punto scelto per la prova; si inseriranno un voltmetro nel punto iniziale ed un altro nel secondo punto (i due strumenti devono avere la stessa classe di precisione).

Dovranno essere alimentati tutti gli apparecchi utilizzatori che possono funzionare contemporaneamente; nel caso di apparecchiature con assorbimento istantaneo, di corrente si farà riferimento al carico convenzionale scelto come base per la determinazione della sezione delle condutture.

Le letture dei due voltmetri si dovranno eseguire contemporaneamente e si dovrà procedere poi alla determinazione della caduta di tensione percentuale.

## **6 Verifica delle protezioni contro i cortocircuiti ed i sovraccarichi**

Si dovrà controllare che:

- il potere di interruzione degli apparecchi di protezione contro i cortocircuiti sia adeguato alle condizioni dell'impianto e della sua alimentazione;

- la taratura degli apparecchi di protezione contro sovraccarichi sia correlata alla portata dei conduttori protetti dagli stessi.

## 7 Verifica delle protezioni contro i contatti indiretti

Dovranno essere eseguite le verifiche dell'impianto di terra descritte nelle norme per gli impianti di messa a terra (Norme CEI 64-8).

Si ricorda che per gli impianti soggetti alla disciplina del D.P.R. n. 547/1955, va effettuata la denuncia degli stessi alle Unità Sanitarie Locali (U.S.L.) a mezzo dell'apposito modulo, fornendo gli elementi richiesti e cioè i risultati delle misure della resistenza a terra.

Si dovranno effettuare le seguenti verifiche:

- esame a vista dei conduttori di terra e protezione. Si intende che andranno controllate sezioni, materiali e modalità di posa, nonché lo stato di conservazione, sia dei conduttori stessi, sia delle giunzioni. Si dovranno inoltre controllare i conduttori di terra, il morsetto di terra degli utilizzatori fissi ed il contatto di terra delle prese a spina.

## ART. 601

### GARANZIE DEGLI IMPIANTI

La ditta assuntrice ha l'obbligo di garantire tutti gli impianti sia per la qualità dei materiali sia per il montaggio, sia infine per il regolare funzionamento, fino al collaudo.

Pertanto la ditta assuntrice deve riparare tempestivamente ed a sue spese tutti i guasti e le imperfezioni che si verificano negli impianti per effetto della non buona qualità dei materiali o per difetto di montaggio e di funzionamento escluse soltanto le riparazioni dei danni che non possono attribuirsi all'ordinario esercizio degli impianti, ma ad evidente imperizia o negligenza del personale dell'Amministrazione stessa che ne facesse uso.

Qualora la ditta non eseguisse le riparazioni e manutenzioni di cui sopra, e che saranno giudicate insindacabilmente necessarie dalla D.L. o dal collaudatore, l'Amministrazione avrà la facoltà senza bisogno di altra procedura, di fare eseguire direttamente i lavori necessari addebitandone i relativi importi alla ditta appaltatrice rimossa ogni eccezione o riserva.

Resta inteso peraltro che per le singole apparecchiature, qualora fosse richiesto dalla D.L., dovranno essere forniti i certificati di garanzia dalle ditte costruttrici o fornitrici.

La ditta ha infine l'obbligo di rilasciare le **prescritte dichiarazioni di conformità degli impianti firmate da tecnico abilitato** prescritte dalle vigenti leggi al fine del rilascio della licenza d'uso dell'immobile, nonché le pratiche complete per la denuncia all'I.S.P.E.S.L. se la potenza supera i 35 Kw.

## ART. 602

### CLAUSOLE RELATIVE ALL'IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA

L'appalto comprende comunque **la verifica esecutiva, la fornitura, l'installazione, il montaggio, la sua resa funzionante a perfetta regola d'arte** da parte dell'Impresa aggiudicataria, alle condizioni del presente Capitolato.

Le caratteristiche delle opere da eseguire, nonché l'orientamento delle stesse, atti ad assumere gli elementi necessari per effettuare la verifica esecutiva degli impianti a carico della ditta appaltatrice fanno riferimento all'Elenco Prezzi e ai disegni allegati di progetto.

**Le verifiche elettriche dell'impianto in progetto dovranno essere effettuate da tecnico abilitato dell'Impresa e dovranno ottenere il benestare della Direzione Lavori e costituiranno documento progettuale al fine delle incombenze previste dalla legge per il collaudo e l'agibilità dell'impianto medesimo.**

**Le verifiche stesse dovranno essere consegnate alla Direzione Lavori in n° 3 copie entro 15 giorni dall'inizio dei lavori e comunque prima dell'inizio dei lavori connessi con l'impianto di pubblica illuminazione.**

## ART. 603

### OBBLIGHI ED ONERI GENERALI E SPECIALI A CARICO DELLA DITTA ASSUNTRICE RELATIVAMENTE AGLI IMPIANTI

Sono a carico della ditta assuntrice gli obblighi ed oneri di cui appresso, oltre a quelli di cui al Capitolato Speciale d'Appalto.

- a) la prestazione, anche saltuaria, di un proprio tecnico specialista per la direzione dei lavori di che trattasi e per tutta la durata di questi;
- b) i ponti di servizio ed ogni altra opera provvisoria;
- c) i mezzi d'opera relativi agli impianti;
- d) le prove, che la D.L. in caso di contestazione, ordini di far eseguire presso gli Istituti da essa indicati, dei materiali impiegati o da impiegarsi negli impianti. Dei campioni può essere ordinata la conservazione dell'Ufficio dirigente, munendoli di suggelli a firma del Direttore dei Lavori e della ditta assuntrice nei modi più adatti a garantire l'autenticità; le pratiche necessarie presso gli uffici competenti secondo le leggi e regolamenti in vigore,
- e) il permesso di accedere nei locali in cui si eseguono gli impianti al personale della D.L. e quindi la sorveglianza continua per evitare danni o manomissioni ai materiali ed alle opere, tenendo sollevata l'Amministrazione da qualsiasi responsabilità al riguardo;
- f) lo sgombero, subito dopo l'ultimazione degli impianti, del locale dell'edificio assegnato dalla D.L. e del quale la ditta assuntrice si è servita durante l'esecuzione dei lavori per il deposito in cantiere dei propri materiali ed attrezzi, provvedendo alla custodia e sorveglianza di questi nel modo da essa ritenuto più opportuno e tenendo sollevata l'Amministrazione da qualunque responsabilità in merito;
- g) l'adatta mano d'opera, gli apparecchi e strumenti di controllo e di misura preventivamente tarati e quant'altro occorrente per eseguire le verifiche e le prove preliminari sugli impianti e quelle di collaudo;
- h) la fornitura e posa in opera di apposite targhette con le indicazioni occorrenti per rendere facile l'esercizio e l'ispezione degli impianti anche a chi non ne abbia seguita la costruzione;
- i) la fornitura, a lavori ultimati, alla Committenza e alla D.L. di una copia dei disegni del progetto esecutivo, con le varianti eventualmente effettuate nel corso dei lavori, in modo da lasciare una esatta documentazione degli impianti eseguiti;
- l) la garanzia di tutti i materiali, del montaggio e del regolare funzionamento degli impianti;
- m) operazioni di taratura ed equilibratura degli impianti fino al raggiungimento della omogeneizzazione delle temperature e dei servizi; scarico e ricarica impianti se sussiste il pericolo di gelo, sfiatature;
- n) l'assistenza per la conduzione degli impianti, compreso istruzioni d'uso, per tutto il periodo di garanzia.

Il corrispettivo di tutti i su richiamati e specificati obblighi ed oneri è compreso nei prezzi di elenco di progetto.

## ART. 604

### CLAUSOLE PARTICOLARI RELATIVE AGLI IMPIANTI

#### **1 Verifiche esecutive del progetto da eseguirsi e documenti da prodursi dalla ditta aggiudicataria prima dell'inizio dei lavori**

Le verifiche dell'impianto di cui si tratta, prima dell'inizio dei lavori, devono essere prodotte dalla ditta aggiudicataria attraverso la presentazione di:

- A) **Una relazione di verifica** comprendente i calcoli elettrici giustificativi delle varie parti degli impianti con indicazione e calcolo delle sezioni dei cavi in relazione ai percorsi e alla potenzialità della linea.

Le soluzioni della ditta dovranno rispettare il più possibile le indicazioni progettuali fornite dal progetto allegato (percorsi, dimensioni dei cavi, posizionamento dei corpi illuminanti, ecc.).

Vi potranno essere delle variazioni solo se giustificate dalle verifiche o da una garanzia di migliore funzionamento.

**Se in variante** dovranno presentare opportuni elaborati grafici, dovranno comunque rispettare tutti gli eventuali vincoli costituiti dalle strutture esistenti **e non dovranno variare in aumento il quadro economico.**

Gli ulteriori documenti da presentare dalla ditta **prima della fine dei lavori** comprendono:

B) **L'indicazione delle spese di esercizio** e di manutenzione dell'impianto.

Tali spese sopra devono comprendere: mano d'opera, energia elettrica e manutenzione ordinaria.

C) **Una dichiarazione con la quale la ditta si assume** la piena ed incondizionata responsabilità nei riguardi del perfetto funzionamento degli impianti, restando espressamente inteso che l'approvazione del progetto da parte dell'Amministrazione con le eventuali modifiche eventualmente proposte dalla ditta e accolte dall'Amministrazione o l'introduzione di eventuali varianti convenute in corso d'opera fra la ditta, la D.L. e l'Amministrazione, non esonera in alcun modo la ditta dalle sue responsabilità fino al termine del periodo di garanzia per qualunque inconveniente che si verifichi negli impianti stessi e per causa di questi nelle strutture ed arredamenti dell'edificio.

## **2 Presentazione del campionario**

A seguito di eventuale richiesta da parte dell'Amministrazione la ditta aggiudicataria prima dell'inizio dei lavori, deve presentare il campionario dei vari componenti che intende impiegare nell'esecuzione degli impianti, secondo quanto sarà eventualmente richiesto dalla D.L. Ogni campione deve essere numerato e deve portare un cartello con il nome della ditta e d essere elencato in apposita distinta. Detto campionario sarà ritirato dalla ditta aggiudicataria dopo avvenute le verifiche e prove degli impianti.

Resta esplicitamente inteso che la presentazione dei campioni non esonera la ditta prescelta dall'obbligo di sostituire ad ogni richiesta quei materiali che pur essendo conformi ai campioni, non risultino corrispondenti alle prescrizioni del Capitolato.

## **3 Riferimenti normativi**

Le opere faranno riferimento, oltre le prescrizioni ISPESL, ULSS, Vigili del Fuoco e le vigenti norme specifiche UNI, CTI, CEI e UNI-CIG, anche alla Legge n. 46 del 05.03.1990 e relativo D.P.R. n. 447 del 06.12.1991, Legge 10 del 09.01.1991 e relativo D.P.R. n. 412 del 06.12.1991 ed a tutte le successive modificazioni ed integrazioni emanate dagli Istituti ed organi competenti alla data del collaudo, nonché alle Leggi Provinciali e Comunali.

## I – MICROPALI – TIRANTI – DRENI – TERRE ARMATE

### ART. 700 MICROPALI

#### 700.1 – DEFINIZIONE – CLASSIFICAZIONE E CAMPI DI APPLICAZIONE – NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si definiscono micropali i pali trivellati di fondazione aventi diametro non maggiore di 250 mm con fusto costituito da malta o pasta di cemento gettata in opera e da idonea armatura di acciaio.

Modalità ammesse per la formazione del fusto:

- tipo A) riempimento a gravità;
- tipo B) riempimento a bassa pressione;
- tipo C) iniezione ripetuta ad alta pressione

Tali modalità sono da applicare rispettivamente:

Tipo A): per micropali eseguiti in roccia o terreni coesivi molto compatti, il cui modulo di deformazione a breve termine superi orientativamente i 2000 kg/cmq;

Tipi B) e C): per micropali eseguiti in terreni di qualunque natura, caratterizzati da un modulo di deformazione a breve termine sensibilmente inferiore a 2000 kg/cmq.

In particolare la modalità tipo C) è da seguire in terreni fortemente eterogenei e per conseguire capacità portanti elevate (> 30 T) anche in terreni poco addensati.

**La normativa tecnica di riferimento è il D.M. 14.01.2008 e successive modifiche o integrazioni (ad esse dovranno adeguarsi eventuali indicazioni riportate appresso che risultassero in contrasto con tale normativa tecnica).**

#### 700.2 – TOLLERANZE GEOMETRICHE

Le tolleranze ammesse sono le seguenti:

- la posizione planimetrica non dovrà discostarsi da quella di progetto più di 5 cm, salvo diverse indicazioni della direzione lavori;
- la deviazione dell'asse del micropalo rispetto all'asse di progetto non dovrà essere maggiore del 2%;
- la sezione dell'armatura metallica non dovrà risultare inferiore a quella di progetto;
- il diametro dell'utensile di perforazione dovrà risultare non inferiore al diametro di perforazione di progetto.

Ogni micropalo che risultasse non conforme alle tolleranze qui stabilite dovrà essere idoneamente sostituito, a cura e spese dell'Impresa.

#### 700.3 – PREPARAZIONE DEL PIANO DI LAVORO – TRACCIAMENTO

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

Prima di iniziare la perforazione si dovrà, a cura ed onere dell'Impresa, individuare sul terreno la posizione dei micropali mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun palo. Su ciascun picchetto dovrà essere riportato il numero progressivo del micropalo quale risulta dalla pianta della palificata.

Tale pianta, redatta e presentata alla Direzione Lavori dall'Impresa esecutrice, dovrà indicare la posizione planimetrica di tutti i micropali, inclusi quelli di prova contrassegnati con numero progressivo.



#### **700.4 – PERFORAZIONE**

La perforazione deve essere in generale condotta con modalità ed utensili tali da consentire la regolarità delle successive operazioni di getto: in particolare dovrà essere minimizzato il disturbo del terreno nell'intorno del foro.

**Il tipo B):** necessita che la perforazione sia eseguita con posa di rivestimento provvisorio per tutta la profondità del palo.

**Per i tipi A e C):** la perforazione potrà essere eseguita con o senza rivestimento provvisorio, a secco o con circolazione di acqua o di fango di cemento e bentonite, in funzione dell'attitudine delle formazioni attraversate a mantenere stabili le pareti del foro e previa approvazione della Direzione Lavori.

Il fango di cemento e bentonite sarà confezionato adottando i seguenti rapporti in peso:

- bentonite/acqua: 0,05 – 0,08;
- cemento/acqua: 0,18 – 0,23.

In ogni caso la perforazione sottofalda in terreni con strati o frazioni incoerenti medio-fini (sabbie, sabbie e limi) non dovrà essere eseguita con circolazione di aria, per evitare il violento emungimento della falda a seguito dell'effetto eiettore ed il conseguente dilavamento del terreno.

Al termine della perforazione il foro dovrà essere accuratamente sgomberato dai detriti azionando il fluido di circolazione o l'utensile asportatore, senza operare con l'utensile disagregatore.

L'ordine di esecuzione dei pali nell'ambito di ciascun gruppo dovrà assicurare la non interferenza delle perforazioni con fori in corso di iniezione o in attesa di riempimento, ove occorra anche spostando la perforatrice su gruppi contigui prima di ultimare la perforazione dei micropali del gruppo in lavorazione.

#### **700.5 – CONFEZIONE E POSA DELLE ARMATURE**

Le armature metalliche dovranno soddisfare le prescrizioni della normativa di riferimento saranno in ogni caso estese a tutta la lunghezza del micropalo.

##### **700.5.1 – Armatura con barre di acciaio per c.a.**

Si useranno barre longitudinali ad aderenza migliorata e spirale di tondino liscio, pre-assemblate in gabbie da calare nel foro al termine della perforazione; la giunzione tra i vari elementi della gabbia sarà ottenuta mediante legature; tra una gabbia e la successiva (in caso di pali di profondità eccedente le lunghezze commerciali delle barre) la giunzione avverrà per saldatura delle barre longitudinali corrispondenti. Quando previsto dal progetto si potranno adottare micropali armati con un'unica barra senza spirale. In ogni caso le armature saranno corredate da distanzieri non metallici (blocchetti di malta o elementi di materia plastica) idonei ad assicurare un copriferro minimo di 1,50 cm, disposti a intervalli longitudinali non superiori a 2,5 m.

##### **700.5.2 – Armature tubolari**

Si useranno tubi di acciaio senza saldatura longitudinale.

Le giunzioni tra i diversi spezzoni di tubo potranno essere ottenute mediante manicotti filettati o saldati.

Nel caso i tubi di armatura siano anche dotati di valvole per l'iniezione, essi dovranno essere scovolati internamente dopo l'esecuzione dei fori di uscita della malta, allo scopo di asportare le sbavature lasciate dal trapano.

Le valvole saranno costituite da manicotti di gomma di spessore minimo 3,5 mm, aderenti al tubo e mantenuti in posto mediante anelli in fili di acciaio (diametro 4 mm) saldati al tubo in corrispondenza dei bordi del manicotto. La valvola più bassa sarà posta subito sopra il fondello che occlude la base del tubo. Anche le armature tubolari dovranno essere dotate di distanziatori non metallici per assicurare un copriferro minimo di 1,5 cm, posizionati di preferenza sui manicotti di giunzione.

#### **700.6 – FORMAZIONE DEL FUSTO DEL MICROPALO**

La formazione del fusto dovrà iniziare in una fase immediatamente successiva alla perforazione di ciascun palo. In caso contrario la perforatrice resterà in posizione fino alla successiva ripresa del lavoro e

provvederà quindi alla pulizia del perforo, subito prima che inizino le operazioni di posa delle armature e di getto della malta. In ogni caso non dovrà trascorrere più di un'ora tra il termine della perforazione e l'inizio del getto della malta. Fanno eccezione solo i micropali perforati interamente in roccia, senza presenza di franamenti e di acqua nel perforo.

Viene inoltre precisata la necessità assoluta che la scapitozzatura delle teste dei pali sia eseguita sino alla completa eliminazione di tutti i tratti in cui le caratteristiche del micropalo non rispondano a quelle previste. In tal caso è onere dell'Impresa procedere al ripristino del palo sino alla quota di sottopinto.

#### **700.6.1 – Riempimento a gravità**

Il riempimento del perforo, dopo la posa delle armature, dovrà avvenire tramite un tubo di alimentazione disceso fino a 10-15 cm dal fondo e dotato superiormente di un imbuto o tramoggia di carico. Il riempimento sarà proseguito fino a che la malta immessa risalga in superficie scevra di inclusioni e miscelazioni con il fluido di perforazione. Si attenderà per accertare la necessità o meno di rabbocchi e si potrà quindi estrarre il tubo di convogliamento allorché il foro sarà intasato e stagnato.

Eventuali rabbocchi da eseguire prima di raggiungere tale situazione vanno praticati esclusivamente tramite il tubo di convogliamento.

Nel caso l'armatura sia tubolare, essa potrà usare come tubo di convogliamento solo se il suo diametro interno non supera 50 mm; in caso contrario si dovrà ricorrere ad un tubo di convogliamento separato, dotato di otturatore posizionato alla base del tubo di armatura del palo.

#### **700.6.2 – Riempimento a bassa pressione**

Il foro dovrà essere interamente rivestito; la posa della malta avverrà in un primo momento, entro il rivestimento provvisorio, tramite un tubo di convogliamento come descritto al punto precedente. Successivamente si applicherà al rivestimento una idonea testa a tenuta alla quale si invierà aria in pressione (5-6 kg/cmq) mentre si solleverà gradualmente il rivestimento fino alla sua prima giunzione. Si smonterà allora la sezione superiore del rivestimento e si applicherà la testa di pressione alla parte rimasta nel terreno, previo rabboccamento dall'alto per riportare a livello la malta. Si procederà analogamente per le sezioni successive fino a completare l'estrazione del rivestimento.

In relazione alla natura del terreno potrà essere sconsigliabile applicare la pressione d'aria agli ultimi 5-6 m di rivestimento da estrarre, per evitare la fratturazione idraulica degli strati superficiali.

#### **700.6.3 – Iniezione ripetuta ad alta pressione**

Le fasi della posa in opera saranno le seguenti:

- I Riempimento della cavità anulare compresa tra il tubo a valvole e le pareti del perforo, ottenuta alimentando con apposito condotto di iniezione e otturatore semplice la valvola più bassa finché la malta risale fino alla bocca del foro;
- II Lavaggio con acqua all'interno del tubo;
- III Avvenuta la presa della malta precedentemente posta in opera, si inietteranno valvola per valvola volumi di malta non eccedenti il sestuplo del volume del perforo, senza superare, durante l'iniezione la pressione corrispondente alla fratturazione idraulica del terreno ("claquage");
- IV lavaggio con acqua all'interno del tubo;
- V Avvenuta la presa della malta precedentemente iniettata, si ripeterà l'iniezione in pressione limitatamente alle valvole per le quali:
  - il volume iniettato non abbia raggiunto il limite predetto, a causa della incipiente fratturazione idraulica del terreno;
  - le pressioni residue di iniezione misurate a bocca foro al raggiungimento del limite volumetrico non superino 7 kg/cmq.

Al termine delle iniezioni si riempirà a gravità l'interno del tubo.

#### **700.6.4 – Caratteristiche delle malte e paste cementizie da impiegare per la formazione dei micropali**

Rapporto acqua/cemento: < 0,5

Resistenza cubica:  $R_{bk} > 300 \text{ kg/cmq}$

L'inerte dovrà essere costituito:

- da sabbia fine lavata, per le malte dei micropali riempiti a gravità;
- da ceneri volanti o polverino di calcare, totalmente passanti vaglio da 0,075 mm, per le paste dei micropali formati mediante iniezione in pressione.

Per garantire la resistenza richiesta e la necessaria lavorabilità e stabilità dell'impasto dovranno essere adottati i seguenti dosaggi minimi:

- per le malte, kg 600 di cemento per mc di impasto;
- per le paste, kg 900 di cemento per mq di impasto.

Per una corretta posa in opera si potranno anche aggiungere fluidificanti non aeranti ed eventualmente bentonite, quest'ultima in misura non superiore al 4% in peso del cemento.

#### **700.7 – CONTROLLI E MISURE**

La profondità dei perfori, da valutare rispetto alla quota di sottopinto, verrà misurata in doppio modo:

- A) in base alla lunghezza delle aste di perforazione immerse nel foro al termine della perforazione, con l'utensile appoggiato sul fondo;
- B) in base alla lunghezza dell'armatura.

La differenza tra le due misure dovrà risultare  $\leq 0,10$  m: in caso contrario occorrerà procedere alla pulizia del fondo del foro, asportandone i detriti accumulatisi, dopo aver estratto l'armatura.

Il peso delle armature verrà determinato:

- nel caso di armature in barre longitudinali ad aderenza migliorata, in base al peso teorico corrispondente ai vari diametri nominali, alla lunghezza di progetto ed al peso unitario dato dalle tabelle UNI 6407 – 691;
- nel caso di armature a tubo di acciaio, in base al peso effettivo dei tubi posti in opera.

In corso di iniezione si preleverà un campione di miscela per ogni micropalo, sul quale si determinerà il peso specifico mediante bilancia.

Con il campione di miscela saranno altresì confezionati cubetti di 10 cm di lato, da sottoporre a prove di resistenza cubica a compressione nella misura prevista dalle norme in vigore.

#### **700.8 - DOCUMENTAZIONE DEI LAVORI**

L'esecuzione di ogni singolo micropalo sarà documentata mediante la compilazione da parte dell'Impresa in contraddittorio con la Direzione Lavori di una apposita scheda sulla quale si registreranno, se non saranno date indicazioni diverse dalla Direzione Lavori, i seguenti dati:

- identificazione del micropalo;
- data di inizio perforazione e termine del getto (o iniezione);
- profondità effettiva raggiunta dalla perforazione;
- profondità del foro all'atto della posa dell'armatura;

- assorbimento totale effettivo di miscela di iniezione;
- per i micropali formati mediante iniezione ripetuta ad alta pressione, pressioni residue minime e quantità complessive iniettate per ogni fase di iniezione ad alta pressione;
- risultati delle misure di peso di volume, di decantazione (acqua separata) e di resistenza cubica a compressione.

#### **700.9 - NORME DI MISURAZIONE E PAGAMENTI**

Le caratteristiche strutturali e geometriche dei micropali e dei singoli componenti dovranno essere conformi alle caratteristiche progettuali entro le tolleranze previste dalle presenti norme tecniche d'appalto.

Maggiorazioni volumetriche o migliori caratteristiche meccaniche dei materiali non richieste dalla Direzione Lavori non saranno compensate con maggiorazioni di prezzo alcuna. L'esecuzione di pali inclinati sino a 15 gradi rispetto alla verticale non darà luogo a maggiorazione alcuna.

La lunghezza per i micropali sarà quella determinata dalla quota di sottopinto fino alla massima profondità accertata. In contraddittorio e con stesura di un verbale di misurazione, immediatamente prima del getto.

Tale lunghezza dovrà risultare conforme al progetto con tolleranza di + - 20 cm, salvo diversa indicazione della Direzione Lavori.

**Nei relativi prezzi di elenco a ml, si intendono comprese e compensate ogni onere ed attività necessari a soddisfare i requisiti progettuali e le norme tecniche d'appalto. Restano pertanto comprese nel prezzo le perforazioni, la fornitura e posa delle armature metalliche e le iniezioni di lunghezza tale da garantire la portata prevista in progetto e sono inoltre comprese tutte le prove (di carico, geofisiche) ed i controlli anche non distruttivi ivi richiamati.**

### **ART. 701**

#### **TIRANTI DI ANCORAGGIO NEI TERRENI**

##### **701.0 – DEFINIZIONI E SCOPO**

I tiranti di ancoraggio sono elementi strutturali offerenti in trazione ed atti a trasmettere forze al terreno.

Il tirante si compone delle seguenti parti:

- la testa: costituita dal dispositivo di bloccaggio e dalla piastra di ripartizione;
- il tratto libero intermedio di collegamento tra testa e tratto attivo;
- il tratto attivo (fondazione) che trasmette al terreno le forze di trazione del tirante.

Le caratteristiche geometriche e strutturali dei tiranti saranno definite nel progetto esecutivo e la loro durata se non definita diversamente in progetto sarà permanente

##### **701.1 – MATERIALI ELEMENTI COSTRUTTIVI E NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

###### **701.1.1 – Acciai - dispositivi di bloccaggio – miscele**

**La normativa tecnica di riferimento è il D.M. 14.01.2008 e successive modifiche o integrazioni (ad esse dovranno adeguarsi eventuali indicazioni riportate appresso che risultassero in contrasto con tale normativa tecnica).**

###### **701.1.2 – Miscele di iniezione: composizione e controlli**

Saranno usate miscele a base di cemento, aventi la seguente composizione:

- |   |           |
|---|-----------|
| - cemento d'altoforno o pozzolanico:              | kg 100;   |
| - acqua:  | kg 40-45; |
| - filler calcareo o siliceo:                      | kg 0-30;  |
| - bentonite:                                      | kg 0-4;   |
| - eventuali additivi (fluidificanti, antiritiro). |           |

Il cemento dovrà presentare contenuto in cloro inferiore allo 0,05% in peso e contenuto totale di zolfo da solfuri inferiore allo 0,15% in esso. L'acqua dovrà essere conforme alla norma UNI 7163 dell'aprile 1979. Il filler dovrà presentare un passante al setaccio n. 37 della serie UNI n. 2332 (apertura 0,075 mm) inferiore al setaccio n. 37 della serie UNI n. 2332 (apertura 0,075 mm) inferiore al 3% in peso.

Gli additivi non dovranno essere aeranti.

La miscela dovrà presentare i requisiti seguenti:

- fluidità Marsch da 10" a 35";
- essudazione < 2%;
- resistenza a compressione a 28 gg > 250 kg/cm<sup>2</sup>.

La prova di fluidità e la prova di essudazione dovranno essere eseguite a cura e spese dell'impresa all'inizio di ciascuna giornata lavorativa ed in ogni caso ripetute dopo l'iniezione di 50 ancoraggi.

Se, in occasione di tali controlli, anche solo una delle due prove non fornisse risultati conformi a quanto prescritto, le iniezioni devono essere sospese e potranno riprendere solo dopo la confezione di una nuova miscela dalle idonee caratteristiche.

Dovrà essere fatto il controllo della resistenza a compressione della miscela mediante prelievi ogni tirante o secondo quanto convenuto con la D.L.. La miscela dovrà essere confezionata mediante mescolatori ad alta velocità di rotazione (> 20 giri/s) o a ciclone.

Le apparecchiature, necessarie alla esecuzione delle prove per le miscele di iniezione impiegate, dovranno essere a disposizione in cantiere durante le lavorazioni.

Le prove per il controllo della resistenza a compressione delle miscele utilizzate dovranno essere eseguite a cura e spese dell'Impresa, presso Laboratori Ufficiali.

#### **701.1.3 – Elementi di protezione**

In relazione alla aggressività dell'ambiente sono ammesse le seguenti due classi di protezione:

- per tiranti permanenti in ambiente aggressivo con protezione di tutto il tirante che sarà costituita da una guaina in polietilene o in polipropilene: essa potrà essere flessibile o semirigida e liscia per il tratto libero, sarà invece recata per il tratto di fondazione del tirante.

Lo spessore della guaina dovrà garantire contro lacerazioni in tutte le fasi di lavorazione e posa ed in presenza delle sollecitazioni meccaniche e chimiche previste in esercizio.

La sezione interna della guaina dovrà essere pari ad almeno quattro volte la sezione trasversale complessiva delle armature (trefoli o barre) contenute e dovrà comunque assicurare uno spessore di iniezione per il ricoprimento degli elementi più esterni dell'armatura di almeno 5 mm. Per le guaine corrugate dovrà risultare una distanza tra due nervature successive > 5 mm ed una differenza tra i diametri interni, maggiore e minore, superiore ad 8 mm.

Ciascun trefolo o barra dovrà essere ulteriormente protetto:

- da una guaina individuale in pvc, polietilene o polipropilene nella parte libera;
- da una verniciatura in resina epossidica elasticizzata nel tratto di fondazione.

Gli spazi residui tra guaina e pareti del perforo e tra armatura e guaina dovranno essere riempiti con miscela cementizia.

#### **701.1.4 – Distanziatori – tamponi e condotti di iniezione**

I distanziatori avranno lo scopo di disporre l'armatura di ancoraggio nel foro di alloggiamento in modo che sia garantito il ricoprimento dell'acciaio da parte della miscela di iniezione. La forma dei distanziatori dovrà quindi essere tale da consentire il centraggio dell'armatura nel foro di alloggiamento durante tutte le fasi di manipolazione e nello stesso tempo non dovrà ostacolare il passaggio della miscela; in ogni caso in corrispondenza del distanziatore la sezione libera di foro deve essere pari ad almeno due volte la sezione del condotto di iniezione.

I distanziatori dovranno essere realizzati in materiali non metallici di resistenza adeguata agli sforzi che devono sopportare ed essere disposti a intervalli non superiori a 5 m nel tratto libero; nel tratto di fondazione saranno intercalati da legature e disposti a interassi di 2,0 – 2,5 m in modo da dare al fascio di trefoli una conformazione a ventri e nodi. Per armature costituite da barre i distanziatori non saranno alternati a legature.

I tamponi di separazione per la parte libera e la fondazione dovranno essere impermeabili alla miscela e tali da resistere alle pressioni di iniezione.

I tamponi dovranno essere realizzati o con elementi meccanici di caratteristiche tali da garantire nei confronti della corrosione dell'armatura.

Le caratteristiche dei condotti di iniezione da impiegare dovranno essere tali da soddisfare i seguenti requisiti:

- avere resistenza adeguata alle pressioni di iniezione risultando cioè garantiti per resistere alla pressione prevista con un coefficiente di sicurezza pari ad 1, 5 e comunque avere una pressione di rottura non inferiore a 10 atm;
- avere diametro interno minimo al fine di consentire il passaggio della miscela d'iniezione.

#### **701.2 – TOLLERANZE GEOMETRICHE**

Le tolleranze ammesse nella realizzazione dei fori sono le seguenti:

- il diametro dell'utensile di perforazione dovrà risultare non inferiore al diametro di progetto e non superiore del 10% di tale diametro;
- la lunghezza totale di perforazione dovrà risultare conforme al progetto salvo diversa indicazione della Direzione Lavori;
- la variazione di inclinazione e di direzione azimutale non dovrà essere maggiore di + - 2 gradi;
- la posizione della testa foro non dovrà discostarsi più di 10 cm la posizione di progetto.

La lunghezza totale dell'armatura e la lunghezza del tratto attivo posizionato nella parte terminale della perforazione, dovranno risultare conformi al progetto, salvo diverse indicazioni della Direzione Lavori.

#### **701.3 – PERFORAZIONE**

La perforazione potrà essere eseguita a rotazione o a rotopercussione. Il foro dovrà essere rivestito nel caso che il terreno sia rigonfiante o non abbia coesione sufficiente ad assicurare la stabilità delle pareti del foro durante e dopo la posa delle armature: in roccia si rivestirà il foro nei casi in cui:

- l'alterazione e la fessurazione della roccia siano tali da richiederlo per assicurare la stabilità delle pareti durante e dopo la posa delle armature;
- la natura della roccia sia tale da far temere la formazione di spigoli aguzzi lungo le pareti del foro, suscettibili di danneggiare le guaine di protezione.

Il fluido di perforazione potrà essere acqua, aria, una miscela di entrambi, oppure unicamente per perforazioni in terreni sciolti, un fango di cemento e bentonite. L'impiego di aria non è consentito in terreni incoerenti sotto falda. Al termine della perforazione si dovrà procedere al lavaggio del foro con acqua o aria.

Nel caso di terreni con prevalente componente, argillosa, o di rocce marnose tenere, la fase finale del lavaggio sarà eseguita con sola aria.

Qualora previsto dal progetto e compatibilmente con la natura dei terreni si potranno ottenere delle spampanature di diametro noto, regolarmente intervallate lungo la fondazione del tirante, mediante l'impiego di appositi utensili allargatori.

#### **701.4 – ASSEMBLAGGIO E POSA DELLE ARMATURE**

Nel caso di impiego di armature a trefoli gli elementi costitutivi dell'ancoraggio dovranno essere preferibilmente confezionati in stabilimento e pervenire in cantiere già arrotolati e inguainati, salvo eventualmente il dispositivo di bloccaggio che potrà essere montato in cantiere. Ove, per particolari motivi, fosse necessario effettuare l'assemblaggio degli elementi costitutivi degli ancoraggi in cantiere, dovrà essere predisposta a cura e spese dell'Impresa. Ed in prossimità del luogo di impiego, una adeguata attrezzatura per confezionare correttamente gli ancoraggi stessi.

In tal caso i componenti ed in particolare l'acciaio dovranno essere immagazzinati convenientemente, possibilmente al coperto, in modo che non subiscano danneggiamenti durante la giacenza.

Dovrà essere inoltre accuratamente evitato il contatto con il terreno o altri materiali che possono danneggiare l'ancoraggio.

Pertanto la confezione degli ancoraggi dovrà avvenire sempre su apposito banco e non a terra.

La confezione degli ancoraggi dovrà essere affidata a personale esperto e consisterà nelle seguenti fasi principali:

- taglio dei trefoli a misura;
- interposizione dei distanziatori interni ai trefoli;
- montaggio dei condotti di iniezione;
- infilaggio delle guaine su tutta la lunghezza dell'ancoraggio o sulla parte libera dello stesso;
- esecuzione del tampone di separazione tra la fondazione e la parte libera dell'ancoraggio;
- montaggio degli eventuali distanziatori, necessari al centraggio dell'ancoraggio nel foro di alloggiamento;
- eventuale montaggio del dispositivo di bloccaggio, nei casi in cui questa operazione sia prevista prima dell'infilaggio dell'ancoraggio nel foro;
- accurata sigillatura di tutte le giunzioni per evitare le perdite di impermeabilità della guaina.

Nel caso di impiego di ancoraggi con armature a barre, per i quali l'assemblaggio è fatto in opera, le operazioni di assemblaggio dovranno essere eseguite da personale esperto ed essere effettuate via via che la barra viene infilata nel foro avendo cura che il collegamento dei vari tronchi, mediante manicotti di giunzione, avvenga secondo le modalità previste dal costruttore e che parallelamente le sigillature della eventuale guaina siano accuratamente eseguite.

La posa in opera delle armature dovrà avvenire secondo modalità approvate dalla Direzione Lavori che ne assicurino il corretto posizionamento e l'efficacia della connessione al terreno.

#### **701.5 – CONNESSIONE AL TERRENO**

##### **701.5.1 – Iniezione semplice**

Si eseguirà riempiendo con la miscela sia l'intercapedine tra la guaina ed il foro che tutto lo spazio tra l'eventuale guaina corrugata e l'armatura lungo la fondazione del tirante: tale spazio dovrà essere collegato alla bocca del foro da un tubetto di sfiato che consenta la fuoriuscita di tutta l'aria contenuta e l'iniezione dovrà essere proseguita fino alla fuoriuscita della miscela dal tubetto di sfiato.

L'iniezione semplice si adotterà: in terreni di granulometria grossolana (ghiaie, ciottoli), nei quali una porzione rilevante della malta iniettata va a compenetrare il terreno intorno al foro; in rocce lapidee ed in terreni coesivi mediamente compatti, congiuntamente alla tecnica di perforazione con allargatori.

Il riempimento dell'intercapedine tra perforazione e guaina della parte libera sarà assicurato immettendo la miscela nel punto più profondo del foro tramite gli appositi condotti e osservando che essa risalga fino a boccaforo e vi permanga finché interviene la presa: ove occorra si provvederà a riprese dell'iniezione o a rabbocchi per ottenere che la condizione sia rispettata.

#### 701.5.2 – Iniezione ripetuta in pressione

Si adotterà in terreni di qualunque natura, caratterizzati da un modulo di deformazione a breve termine sensibilmente inferiore a 5000 kg/cmq. L'iniezione di quantità controllate della miscela cementizia in più fasi successive, fino ad ottenere pressioni di iniezioni residue di 8-15 kg/cmq, dovrà avere lo scopo riottenere una serie di sbulbature lungo la fondazione del tirante ed a instaurare nel terreno circostante un campo tensionale di compressione, favorevole alla mobilitazione di elevate resistenze al taglio per attrito.

L'iniezione in pressione avverrà tramite un tubo a perdere dotato di valvole di non ritorno a manicotto, regolarmente intervallate a 75 cm di interasse lungo il tratto fondazione del tirante.

Il tubo potrà essere:

- disposto coassialmente all'armatura e di diametro adeguato nel caso di tiranti senza guaina lungo la fondazione;
- in acciaio: esterno all'armatura, posto in opera preventivamente alla posa dell'armatura;
- ancora coassiale all'armatura, interno alla guaina grecata di protezione, ma dotato di valvole che sboccano all'esterno di essa per la formazione delle sbulbature nel terreno: altre valvole, interne alla guaina, servono per il riempimento dell'intercapedine guaina/armatura.

Le fasi dell'iniezione saranno le seguenti:

1. riempimento della cavità a ridosso delle pareti della perforazione, ottenuta alimentando la miscela dalla valvola più profonda in modo da ottenere la risalita fino alla bocca del foro; al termine si effettuerà un lavaggio con acqua all'interno del tubo a valvole;
2. avvenuta la presa della malta precedentemente posta in opera, si inietteranno valvola per valvola volumi di miscela non eccedenti le seguenti quantità:

diam. Foro (mm)	da 90 a 120	da 121 a 170	da 171 a 220
Vmax (litri/valvola)	45	65	90

Tali iniezioni dovranno essere effettuate senza superare la pressione corrispondente alla fratturazione idraulica del terreno (claquage). Al termine si effettuerà un lavaggio con acqua all'interno del tubo.

3. avvenuta la presa della malta precedentemente iniettata, si ripeterà l'iniezione in pressione, osservando gli stessi limiti di volume, limitatamente alle valvole per le quali, nella fase 2):
  - il volume non abbia raggiunto i limiti sopra indicati, a causa della incipiente fratturazione idraulica del terreno;
  - le pressioni residue di iniezione misurate a bocca foro al raggiungimento del limite volumetrico non superino 7 kg/cmq.
4. l'iniezione può essere ripetuta ulteriormente, sempre senza superare i limiti di volume anzidetti e dopo la presa delle iniezioni delle fasi precedenti, qualora ciò risultasse necessario per il raggiungimento della desiderata capacità portante e del tirante.

Al termine delle operazioni di connessione al terreno del tirante si procederà alla posa in opera del dispositivo di bloccaggio il quale dovrà essere in perfette condizioni e privo di ruggine e di incrostazioni di qualsiasi natura.

#### 701.6 – TESATURA E COLLAUDO

Trascorsi 28 giorni dall'ultima iniezione, o meno, secondo il tipo di miscela, ogni tirante verrà sottoposto a tesatura di collaudo. La trazione di collaudo ( $N_c$ ) è pari a 1,2 volte la trazione massima di esercizio ( $N_s$ ).

La prova di collaudo si eseguirà assegnando dapprima al tirante una trazione di assestamento  $N_0 = 0,10 N_s$  e misurando la corrispondente posizione delle armature rispetto alle piastre di testata.

Successivamente si porterà gradualmente e senza interruzioni la forza applicata da  $N_0$  a  $N_c$  e si misurerà il corrispondente allungamento ("Delta"  $\epsilon$ ).



Si manterrà il valore per un periodo di tempo ("Delta" t) almeno pari a:

- 5' per tiranti in roccia o in terreni non coesivi;
- 15' per tiranti con fondazione in terreni coesivi compatti (coesione non drenata  $> 2$  kg/cmq);
- 30' per tiranti con fondazione in terreni coesivi non compatti (coesione non drenata  $< 2$  kg/cmq).

Al termine del periodo ("Delta" t) si misurerà nuovamente l'allungamento ("Delta" J). Si scaricherà quindi il tirante fino al valore  $N_0$ , misurando l'allungamento permanente ("Delta" k) rispetto alla prima applicazione di  $N_0$ .

Per l'accettazione del singolo tirante dovranno risultare verificate le seguenti condizioni:

1. "Delta" J – "Delta" I  $\leq 2\%$  DT, dove "DT" è l'allungamento teorico dell'ancoraggio dato dalla relazione  $DT = N \times L_t / E \times A_s$ , in cui: "Lt" è la lunghezza teorica della parte libera del tirante: "As" è l'area della sezione trasversale della armatura ed "Es" è il modulo di elasticità dell'acciaio;
2. "Delta" k  $< 1, 3$  volte l'allungamento permanente verificatosi nel corso delle prove eventualmente eseguite sugli ancoraggi preliminari di prova.

Se la condizione 1) non risultasse soddisfatta si prolungherà la sosta all'apice del descritto ciclo di carico e scarico per un tempo di attesa pari a 3 volte "Delta" T. In tal caso, l'ulteriore allungamento a carico costante dovrà essere  $\leq 1\%$  DT. I tiranti che non soddisferanno i predetti requisiti di collaudo verranno sostituiti con nuovi tiranti di caratteristiche e posizione concordate dalla Direzione Lavori. In tali casi, restando inteso che comunque verrà pagato un solo tirante avente le caratteristiche di progetto, i maggiori oneri che ne deriveranno saranno a cura e spese dell'Impresa. A tiranti risultanti idonei verrà applicata gradualmente e senza interruzioni la forza di tesatura iniziale prevista dal progetto.

Al termine delle operazioni di tesatura verranno serrati gli organi di bloccaggio.

Le apparecchiature impiegate dovranno consentire le seguenti precisioni di misurazione:

- per gli allungamenti, di 0,1 mm;
- per le forze del 2% della trazione massima di esercizio (Nes.).

Esse dovranno essere tarate presso un Laboratorio Ufficiale; è facoltà della Direzione Lavori richiedere a cura e spese dell'Impresa la ripetizione della taratura in caso di impieghi prolungati, o ripetuti per più di 50 tiranti, o in caso di risultati che diano adito a dubbi sulla loro attendibilità.

#### **701.7 – PROTEZIONI ANTICORROSIVE IN OPERA**

La protezione anticorrosiva del tratto libero del tirante sarà completata iniettando all'interno della guaina la miscela di cui al punto 301.1.2, dopo il completamento delle operazioni di tesatura del tirante. L'iniezione nel tratto libero della miscela cementizia prima della tesatura, o di fasi eventuali di ritesatura, potrà avvenire solo per armature costituite da trefoli a sezione compatta, ingrassati e protetti da guaine individuali in pvc, in modo che sia assicurato lo scorrimento tra guaina e trefolo con minime resistenze.

La protezione della testa del tirante potrà essere ottenuta nei casi in cui è prescritta la protezione per tiranti permanenti, con un getto della miscela, indicata previa aggiunta di additivo antiritiro, mentre nel caso si debba realizzare una protezione più spinta, su indicazione della D.L., si provvederà all'incapsulamento della testa mediante involucri protettivi di polietilene o polipropilene di spessore minimo pari a 2 mm che verranno connessi per saldatura alla guaina che avvolge il tratto libero; successivamente, con un getto di miscela cementizia armata con rete, si proteggerà ulteriormente la testa dagli urti e dalle abrasioni.

Per un periodo inferiore a 30 giorni decorrente dalla data dell'ultimazione delle iniezioni, le teste di tutti i tiranti dovranno essere lasciate accessibili per le operazioni di controllo e ritesatura da eseguire nelle quantità che saranno prescritte dalla Direzione Lavori e comunque non inferiore al 10% dei tiranti.

## **701.8 – DOCUMENTAZIONE DEI LAVORI**

Per ogni tirante, sia preliminare di prova che di progetto, dovrà essere compilata dall'Impresa, in contraddittorio con la Direzione Lavori, una scheda recante le seguenti indicazioni:

- Diametro, lunghezza e sistema di perforazione;
- Eventuali iniezioni preliminari di intasamento;
- Tipo e dimensioni delle armature metalliche;
- Lunghezza del tratto attivo;
- Quantità di malta iniettata e sua composizione;
- Risultati delle prove di collaudo (forze applicate e allungamenti corrispondente misurate come descritto al relativo paragrafo;
- Date di perforazione, iniezione e tesatura di collaudo.

## **701.9 – NORME DI MISURAZIONE E PAGAMENTI**

Saranno pagati con i relativi articoli di elenco prezzi nei quali devono intendersi compresi e compensati, oltre alle forniture e lavorazioni ivi richiamate, tutti gli oneri e prescrizioni delle Norme Tecniche di Appalto ed in particolare:

- Per le perforazioni, tutte le prove ed analisi per la determinazione dell'aggressività dell'ambiente attraversato dai tiranti;
- Per i tiranti, tutte le prove di controllo sulla resistenza degli acciai;
- Per le iniezioni a bassa pressione o ripetute in pressione, tutte le prove per il controllo della fluidità, della essudazione e della resistenza a compressione della miscela.

**I tiranti verranno pagati comprensivi dei perfori, dell'acciaio e delle iniezioni atte a garantire il tiro del tirante medesimo in base alla loro effettiva profondità, misurata dal parametro esterno della parete sulla quale si attesta il tirante fino al fondo del foro.**

## **ART. 702 DRENI PROFONDI**

### **702.1 – DRENI PERFORATI NEL TERRENO**

#### **702.1.1 – Definizione e scopo**

Si designano con il termine di dreni perforati quelli ottenuti inserendo nel terreno, grazie ad una trivellazione, un tubo almeno in parte filtrante. Salvo esplicito diverso avviso si farà nel seguito riferimento a terreni sciolti e non a rocce lapidee. I dreni hanno lo scopo di captare venute localizzate o di limitare al valore, richiesto dal progetto la quota massima della piezometrica della falda avente sede nei terreni attraversati.

Le caratteristiche del sistema drenante (tipo, interasse, lunghezza e disposizione dei dreni) saranno stabilite in progetto. Eventuali variazioni proposte dall'impresa (sul tipo di dreno) dovranno essere preventivamente approvate dalla D.L. e dovranno risultare tali da garantire la stesa funzionalità prevista in progetto senza che ciò comporti un maggiore onere.

### **702.2 – TIPO DI DRENI PROFONDI PREVISTI IN PROGETTO**

Il tipo di dreni proposti in progetto comprendono le perforazioni, la fornitura e posa in opera di dreni sub-orizzontali autopercoranti del tipo SIDRA o equivalenti che saranno disposti secondo l'inclinazione e la direzione indicate dal progetto. I dreni, in spezzoni di tubo d'acciaio tipo Fe 510, del diametro esterno di 114,3 mm e spessore 8 mm, saranno eseguiti per la captazione di falde idriche sotterranee, per lunghezza fino a 50 ml e realizzati da piano campagna.

I dreni del tipo SIDRA o equivalente saranno caratterizzati dalla presenza di n. 30 fori per metro lineare di tubo del diametro di 16 mm dotati di speciali "valvole microfiltranti" metalliche occluse, durante la fase di perforazione, da un materiale plastico idrosolubile e biodegradabile in grado di dissolversi entro

un numero di ore prefissato ed attivare in tal modo la loro funzione drenante; tale caratteristica permette la posa del dreno con la tecnica a rotopercussione con martello fondo foro o a rotazione.

Il prezzo prevede inoltre la fornitura del personale tecnico e della manodopera di cantiere, degli eventuali additivi necessari per il confezionamento dei fluidi di perforazione e di quant'altro necessario per fornire l'opera finita secondo le regole dell'arte.

La fornitura e posa dovrà essere eseguita prevedendo i vincoli costituiti dalla presenza di fondazioni profonde (micropali e tiranti) e dai presidi in calcestruzzo e i pozzetti di raccolta come da progetto.

**La misurazione sarà effettuata per ml di dreno perforato e messo in opera compresa la perforazione e l'armatura.**

## **ART. 703 TERRE RINFORZATE CON GEOGRIGLIE**

### **703.1 – DESCRIZIONE**

Strutture di sostegno o sottoscarpa con paramento inclinato in funzione delle esigenze progettuali (ca 50°) eseguite con la tecnologia dei terrapieni rinforzati con geogriglie monorientate in HDPE di resistenza a trazione dipendente dalle caratteristiche geometriche del rilevato, dalle caratteristiche geomeccaniche del terreno, dai carichi agenti sul rilevato stesso e da eventuali sollecitazioni sismiche. Le geogriglie saranno rivestite internamente in facciata con un Feltro vegetativo preseminato.

### **703.2 – NORMATIVE DI RIFERIMENTO**

ISO 9864 : Determinazione della massa areica  
EN ISO 10319: Prova di trazione a banda larga  
EN ISO 13431: Determinazione del comportamento a rottura  
GRI-GG2: Resistenza delle giunzioni

Le Geogriglie dovranno essere marcate CE in conformità alle norme:

EN 13249 : Costruzione di strade e di altre aree soggette a traffico  
EN 13250 : Costruzione di ferrovie  
EN 13251 : Costruzioni di terra, fondazioni e strutture di sostegno  
EN 13253 : Opere di controllo dell'erosione  
EN 13254 : Costruzione di bacini e dighe  
EN 13255 : Costruzione di canali  
EN 13257 : Discariche per rifiuti solidi  
EN 13265 : Progetti di contenimento di rifiuti liquidi

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

### **703.3 – MATERIALI**

- Le geogriglie, estruse monolitiche a giunzione integrale, realizzate al 100% in polietilene ad alta densità (HDPE) proveniente da aziende qualificate e certificate, sono stabilizzate agli UV mediante impiego di carbon black. La resistenza massima a trazione, secondo la norma EN ISO 10319, dovrà essere non inferiore ai valori di seguito riportati per le varie classi di altezza:
  - da 45 kN/m per altezze fino a 3,60 m;
- Feltro vegetativo preseminato.

### **703.4 – SOGGEZIONI AMBIENTALI**

Misure tecniche di protezione:

Temperatura di stoccaggio < 40°C

Temperatura di trasporto < 40°C

Temperatura di carico/scarico > -5°C

### 703.5 – CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI

L'elemento di rinforzo è costituito da una geogriglia a una struttura piana monolitica con una distribuzione regolare di aperture, di forma allungata, che individuano fili longitudinali e trasversali. i fili longitudinali devono aver subito un processo di orientamento molecolare per aumentare le caratteristiche meccaniche della geogriglia ed assicurare un'elevata resistenza a lungo termine. le giunzioni tra i fili longitudinali e trasversali devono essere parte integrante della struttura della geogriglia e non devono essere ottenute per intreccio o saldatura dei singoli fili. la resistenza a trazione delle giunzioni deve essere pari ad almeno l'80% della resistenza massima a trazione (GRI-GG2).

Le Geogriglie dovranno rispettare le seguenti caratteristiche:

- Durabilità minima prevista di 120 anni in terreni naturali con  $1.6 < \text{pH} < 13$  e temperature fino a 40°C sulla base dei relativi risultati delle prove di Laboratorio. Si raccomanda di proteggere il prodotto dall'esposizione solare entro 4 mesi dalla data di installazione.
- Dovranno inoltre possedere: inerzia chimica totale, imputrescibilità, inattaccabilità da parte di roditori e microrganismi, insensibilità agli agenti atmosferici e all'acqua salmastra, stabilità ai raggi ultravioletti ottenuta mediante adatti quantitativi di nerofumo.

#### Geogriglia tipo 1:

- |  |                            |
|--|----------------------------|
| • Polimero costituente il manufatto                            | <b>100 % HDPE</b>          |
| • Peso unitario (ISO 9864)                                     | <b>320 g/m<sup>2</sup></b> |
| • Dimensione bobine  | <b>2,00 m x 50,00 m</b>    |
| • Resistenza massima a Trazione su singolo filo (EN ISO 10319) | <b>MD 45,0 kN/m</b>        |
| • Allungamento a Snervamento (EN ISO 10319)                    | <b>MD 11,5%</b>            |
| • Resistenza al 2% di allungamento (EN ISO 10319)              | <b>MD 11,0 kN/m</b>        |
| • Resistenza al 5% di allungamento (EN ISO 10319)              | <b>MD 25,0 kN/m</b>        |
| • Resistenza alle giunzioni (GRI-GG2)                          | <b>MD 36,0 kN/m</b>        |
| • Resistenza di progetto a lungo termine (EN ISO 13431)        | <b>MD 18,5 kN/m</b>        |

#### Feltro Vegetativo Preseminato

- |   |                            |
|---|----------------------------|
| • Peso unitario   | <b>150 g/m<sup>2</sup></b> |
| • Composizione : 50% trama di fibre in cellulosa naturali e biodegradabili 25% sementi di specie erbacee, 25% fertilizzanti |                            |

### 703.6 – PROVE DI QUALIFICAZIONE

Le Geogriglie devono essere marcate CE in conformità alle norme EN 13249, 13250, 13251, 13253, 13254, 13255, 13257 e 13265.

Le geogriglie devono essere certificate dall'ITC (Istituto per le Tecnologie della Costruzione) per l'impiego come rinforzo nel terreno per garantire una durata di esercizio di almeno 120 anni.

L'ITC è il membro italiano dell'UEATC (Union Europeenne pour l'Agreement Technique dans la Construction).

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

### 703.7 – PROVE DI ACCETTAZIONE

Le caratteristiche prestazionali sopra esposte dovranno essere confermate con una dichiarazione di conformità, redatta dal produttore ed all'occorrenza accompagnata dalle relative prove di laboratorio, rilasciata per ogni 10.000mq di materiale consegnato.

### 703.8 – RIEMPIMENTI DI SCAVI DI BONIFICA E COSTRUZIONE DI RILEVATI

Riempimenti di bonifica, Costruzione di rilevati, Consolidamenti e Drenaggi possono essere realizzati con argilla espansa per ridurre il peso proprio dei materiali sostituiti, al fine di poterlo compensare con eventuali sovrastrutture, senza alterare l'equilibrio geologico e non avere cedimenti, riducendo le tensioni agenti in fondazione.

#### a) Caratteristiche dell'argilla espansa e Requisiti di Accettazione

la miscela da utilizzare 0-30 mm deve essere conforme ai seguenti requisiti

- 1) il fuso granulometrico secondo UNI EN 13055-2 compreso nella seguente tabella

stacci uni	% in volume passante
31,5 mm	100
16 mm	70 – 100
8 mm	35 – 85
4 mm	10 – 60
2 mm	0 – 40
1 mm	0 – 5
0 mm	0

- 2) la massa volumica del materiale in mucchio a secco (UNI EN 13055-2)  $\leq 450 \text{ Kg/m}^3$   
3) la massa volumica dei granuli (UNI EN 13055-2)  $\leq 0,85 \text{ g/cm}^3$   
4) il peso specifico assoluto del materiale (UNI EN 13055-2)  $\leq 2500 \text{ Kg/m}^3$   
5) la resistenza dei granuli allo schiacciamento (UNI EN 13055-2)  $\square 13 \text{ kg/cm}^2$   
6) assorbimento di H<sub>2</sub>O (UNI EN 13055-2)  $\square \leq 75\%$  a 6 mesi  
7) la massa volumica massima a secco (utilizzo di tavola vibrante secondo ASTM D4253)  $\leq 600 \text{ Kg/m}^3$   
8) il peso di volume umido  $\leq 800 \text{ Kg/m}^3$   
9) l'angolo d'attrito  $> 35^\circ$   
10) il modulo di deformazione Md  $\square 150 \text{ kg/cm}^2$  misurato su almeno 15 cm. di misto

**Dopo aver individuato il fornitore e lo stabilimento di produzione del materiale di riempimento “argilla espansa”, l'Appaltatore dovrà procedere a sue spese e presso laboratori autorizzati, all'esecuzione delle prove speciali di accettazione e classificazione appresso descritte e con apposito studio preliminare da sottoporre all'approvazione della D.L. che il materiale di fornitura soddisfa i requisiti prescritti:**

- 1) determinazione della massa volumica del materiale in mucchio a secco (UNI EN 13055-2)  $\leq 450 \text{ Kg/m}^3$**
- 2) determinazione della massa volumica media del granulo (UNI EN 13055-2)  $\leq 0,85 \text{ g/cm}^3$**
- 3) determinazione della massa volumica assoluta del materiale (UNI EN 13055-2)  $\leq 2500 \text{ Kg/m}^3$**
- 4) analisi granulometrica**
- 5) determinazione del coefficiente d'imbibizione (UNI EN 13055-2)  $\square \leq 75\%$  a 6 mesi**

Sarà facoltà della D.L. richiedere, in qualsiasi fase dell'intervento, la ripetizione di tali prove, motivando le ragioni di tale richiesta.

In corso d'opera verranno effettuati controlli della composizione granulometrica, del peso di volume in mucchio, della densità e del contenuto di acqua libera, al fine di verificare la rispondenza dei materiali ai requisiti prescritti.

#### b) Caratteristiche del misto granulare “stabilizzato” e Requisiti di Accettazione

Lo strato di interposizione in misto granulare sarà costituito da una miscela di materiali non gelivi, privi di materie organiche e stabilizzata meccanicamente.

**Valgono le stesse prescrizioni sul misto granulare come da Norme Tecniche**

Contemporaneamente l'Appaltatore dovrà indicare, per iscritto, le fonti di approvvigionamento. I requisiti di accettazione verranno inoltre accertati con controlli periodici in corso d'opera.

Potrà essere utilizzato materiale proveniente dallo scavo dei rilevati esistenti, opportunamente corretto, se ritenuto idoneo dalla D.L.

### **c) Modalità di esecuzione**

#### **1) Preparazione del piano di posa**

Dopo aver completato lo scavo di sbancamento dal piano di campagna, alle quote previste dal progetto, l'Appaltatore dovrà stendere sul fondo del piano di scavo un geotessuto, con funzione di separazione anticontaminante tra il terreno naturale e il materiale di riempimento. Il piano di posa dovrà risultare regolare, con il geotessuto ben steso ed aderente al piano di imposta, e con teli di geotessuto integri e regolarmente sovrapposti. Si procederà quindi alla formazione dei riporti.

#### **2) Modalità di posa in opera**

L'argilla espansa verrà posta in più strati, con interposizione di uno strato di misto granulare il cui spessore dopo compattazione, dovrà risultare non inferiore a 15 cm.

Lo spessore degli strati di argilla espansa varia in relazione al tipo di sezione. Se per esigenze di cantiere si è impossibilitati a realizzare strati di argilla espansa con altezze inferiori a 80 cm, è possibile aumentare gli spessori degli strati, procedendo con l'addensare l'argilla espansa con una piastra vibrante ogni 50 cm di materiale e per uno spessore massimo di 2 metri. Tale lavorazione intermedia sarà completata da un addensamento, sul successivo strato di misto, mediante rullo statico e dinamico.

#### **3) Sequenza di lavoro:**

- scavo di sbancamento;
- posa tessuto non tessuto;
- posa del primo strato di argilla espansa;
- posa tessuto non tessuto;
- posa dello strato di misto granulare stabilizzato di interposizione;
- compattazione;
- controlli;
- posa del secondo strato di argilla espansa;
- posa tessuto non tessuto;
- posa del secondo strato di misto granulare stabilizzato;
- compattazione;
- controlli;
- a ripetere secondo altezza rilevato;
- lo strato finale di misto granulare stabilizzato dovrà essere di spessore non inferiore a 30 cm.

La posa del primo strato di argilla espansa dovrà avvenire spingendo il materiale in avanzamento con un mezzo cingolato attrezzato per muoversi su terreni di caratteristiche analoghe a quelle dell'argilla espansa.

I mezzi di trasporto dovranno scaricare l'argilla espansa in sito o in aree adiacenti appositamente predisposte, dalle quali l'argilla espansa verrà spinta in posto.

L'argilla espansa verrà posta in opera in spessori tali da rispettare, a compattazione avvenuta, i valori indicati nel progetto.

Lo strato intermedio di misto granulare verrà steso con modalità analoghe a quelle soprascritte per l'argilla espansa, scaricandolo cioè dai mezzi di trasporto in sito o in aree adiacenti e spingendolo poi con mezzi idonei per formare lo strato dello spessore prescritto.

L'addensamento dovrà avvenire agendo sugli strati di misto granulare, utilizzando rulli a tamburo liscio o tandem, vibranti e non, le cui caratteristiche di peso e potenza verranno definite dall'Appaltatore sulla base della propria esperienza e dello spessore degli strati da addensare.

#### **d) Controllo della qualità dei materiali e della lavorazione**

##### Controlli periodici per l'accettazione dei materiali

Oltre alle prove preliminari qualitativamente e quantitativamente indicate in precedenza, l'accettabilità dell'argilla espansa e del misto granulare di interposizione e copertura dovranno essere periodicamente verificate.

L'addensamento dell'argilla espansa sarà controllato principalmente attraverso prove di carico su piastra.

Si dovrà ottenere un modulo Md non inferiore a 150 Kg/ cm<sup>2</sup> misurato su strato di misto di spessore 15cm.

#### **e) Modalità di misurazione e valutazione**

Nel prezzo, oltre la fornitura e il trasporto, sono compresi e compensati tutti gli oneri relativi alla preventiva colmata di eventuali buche nel fondo dello scavo, da eseguirsi a richiesta della Direzione Lavori con argilla espansa; la posa in opera secondo le sagome di progetto; nonché tutti i mezzi e la mano d'opera occorrente per dare il lavoro eseguito a regola d'arte.

Il prezzo comprende la fornitura dei materiali, l'aggiunta di acqua con appositi dispositivi spruzzatori per raggiungere l'umidità ottimale del misto naturale, le prove di laboratorio di accettazione e di controllo in corso d'opera, lavorazione, regolarizzazione superficiale e compattamento dello strato con idonee attrezzature fino a raggiungere i prescritti valori di modulo di deformazione e di densità in sito; compreso ogni lavorazione ed onere per dare il lavoro compiuto secondo le prescrizioni delle presenti Norme Tecniche.

La fornitura e posa dei rilevati in terre armate sarà contabilizzata per m<sup>2</sup> di proiezione verticale di paramento, escluso il materiale di riempimento "alleggerito" e in misto di cava, compensati per m<sup>3</sup> di materiale fornito posto in opera misurati dopo il costipamento.

## **L – OPERE EDILI**

### **ART. 750**

#### **ESECUZIONE DI STRUTTURE IN LEGNO 750.1 Generalità**

Le strutture in legno considerate sono quelle che assolvano una funzione strutturale e che coinvolgono la sicurezza delle persone, siano esse realizzate in legno massiccio (segato, squadrato o tondo) e/o legno lamellare (incollato) e/o pannelli derivati dal legno, assemblati mediante incollaggio o elementi di collegamento meccanici.

Si definisce "produttore" il soggetto legalmente responsabile della classificazione secondo la resistenza meccanica (così come definita nelle pertinenti norme tecniche citate nel seguito) del materiale o del prodotto a base di legno.

In assenza di esplicita indicazione contraria nei documenti di accompagnamento delle forniture di materiali e prodotti a base di legno, ai fini della responsabilità legale il produttore coincide con il fornitore del materiale o del prodotto.

La produzione, fornitura e utilizzazione del legno strutturale dovranno avvenire in applicazione di un sistema di rintracciabilità dei singoli elementi che copra la catena di custodia dal momento della prima classificazione e marcatura almeno fino al momento della prima messa in opera. All'atto della posa in opera il direttore dei lavori deve verificare, acquisendone copia, che il legno strutturale sia oggetto di attestato di qualificazione e che le procedure di posa in opera siano conformi alle specifiche tecniche del produttore.

Per il legno strutturale, nelle norme sono disponibili due tipi diversi di profili caratteristici:

- le Categorie sono riferite a specifici "tipi di legname" ovvero specifiche combinazioni di specie legnosa/provenienza geografica/qualità. Le categorie sono contenute nelle diverse norme di classificazione dei diversi paesi di produzione del legno strutturale;
- le Classi di Resistenza sono riunite nella UNI EN 338/04 e costituiscono una raccolta di "profili normalizzati" di validità generale, utili allorché il progettista non desideri o non sia in grado di indicare un preciso tipo di legname.

Entrambi i tipi di profili caratteristici sono ugualmente ammissibili in sede di progettazione. Tuttavia, al momento della fornitura del materiale, la classificazione di quest'ultimo dovrà essere conforme a quanto prescritto nel progetto. È ammessa l'equivalenza di una Categoria alla corrispondente Classe di Resistenza (e viceversa) se tale equivalenza è stabilita dalla UNI EN 1912/07.

Profili prestazionali caratteristici diversi da quelli sopra indicati potranno essere assunti nella progettazione sulla base dei risultati documentati di prove sperimentali in conformità a quanto disposto nella EN 14081/06 (o normativa riconosciuta equivalente, per legname di provenienza non Europea). Profili caratteristici per tipi di legno strutturale di provenienza italiana sono contenuti nelle UNI 11035/03 (Parte 1 e Parte 2). Nelle stesse norme si forniscono le regole di classificazione per i tipi di legname strutturale italiani, nonché indicazioni sulla procedura necessaria per l'attribuzione di profili caratteristici a tipi di legname non inclusi nella norma. Per tipi di legno strutturale di provenienza non italiana è possibile utilizzare le Classi di Resistenza equivalenti indicate nella UNI EN 1912/07.

I valori indicati nei profili caratteristici possono essere assunti nei calcoli di progetto come valori massimi per le grandezze cui si riferiscono.

Per la qualificazione della produzione, i produttori di legno strutturale massiccio devono produrre al Servizio Tecnico Centrale, per ciascun stabilimento, la documentazione seguente:

- l'individuazione dello stabilimento cui l'istanza si riferisce;
- il tipo di elementi strutturali che l'azienda è in grado di produrre;
- l'organizzazione del sistema di rintracciabilità relativo alla produzione di legno strutturale;
- l'organizzazione del controllo interno di produzione, con l'individuazione di un "Direttore Tecnico della produzione qualificato" alla classificazione del legno strutturale;
- il marchio afferente al produttore (in seguito denominato "marchio del fornitore") specifico per la classe di prodotti "elementi di legno massiccio per uso strutturale".

I produttori sono tenuti ad inviare al Servizio Tecnico Centrale, ogni anno, i seguenti documenti:

- una dichiarazione attestante la permanenza delle condizioni iniziali di idoneità della organizzazione del controllo interno di qualità o le eventuali modifiche;
- i risultati dei controlli interni eseguiti nell'ultimo anno, per ciascun tipo di prodotto, da cui risulti anche il quantitativo di produzione.

Il mancato rispetto delle condizioni sopra indicate, accertato anche attraverso sopralluoghi, può comportare la decadenza della qualificazione. Tutte le forniture di elementi in legno massiccio per uso strutturale debbono essere marcate e accompagnate da una documentazione relativa alle caratteristiche tecniche del prodotto.

Ciascun prodotto qualificato deve costantemente essere riconoscibile per quanto concerne le caratteristiche qualitative e riconducibile allo stabilimento di produzione tramite marcatura indelebile depositata presso il Servizio Tecnico Centrale, conforme alla UNI EN 14081/06. Ogni prodotto deve essere marcato con identificativi diversi da quelli di prodotti aventi differenti caratteristiche, ma fabbricati nello stesso stabilimento e con identificativi differenti da quelli di prodotti con uguali caratteristiche ma fabbricati in altri stabilimenti, siano essi o meno dello stesso produttore. La marcatura deve essere inalterabile nel tempo e senza possibilità di manomissione.

Per stabilimento si intende una unità produttiva a se stante, con impianti propri e magazzini per il prodotto finito. Nel caso di unità produttive multiple appartenenti allo stesso produttore, la qualificazione deve essere ripetuta per ognuna di esse e per ogni tipo di prodotto in esse



fabbricato. Considerata la diversa natura, forma e dimensione dei prodotti, le caratteristiche degli impianti per la loro produzione, nonché la possibilità di fornitura sia in pezzi singoli sia in lotti, differenti possono essere i sistemi di marcatura adottati, anche in relazione all'uso.

Comunque, per quanto possibile, anche in relazione all'uso del prodotto, il produttore è tenuto a marcare ogni singolo pezzo. Ove ciò non sia possibile, per la specifica tipologia del prodotto, la marcatura deve essere tale che prima dell'apertura dell'eventuale ultima e più piccola confezione il prodotto sia riconducibile al produttore, al tipo di legname nonché al lotto di classificazione e alla data di classificazione. Tenendo presente che l'elemento determinante della marcatura è costituito dalla sua inalterabilità nel tempo, e dalla impossibilità di manomissione, il produttore deve rispettare le modalità di marcatura denunciate nella documentazione presentata al Servizio Tecnico Centrale e deve comunicare tempestivamente eventuali modifiche apportate.

Qualora, sia presso gli utilizzatori, sia presso i commercianti, l'unità marcata (pezzo singolo o lotto) viene scorporata, per cui una parte, o il tutto, perde l'originale marcatura del prodotto è responsabilità sia degli utilizzatori sia dei commercianti documentare la provenienza mediante i documenti di accompagnamento del materiale e gli estremi del deposito del marchio presso il Servizio Tecnico Centrale.

I produttori, i successivi intermediari e gli utilizzatori finali devono assicurare una corretta archiviazione della documentazione di accompagnamento dei materiali garantendone la disponibilità per almeno 10 anni e devono mantenere evidenti le marcature o etichette di riconoscimento per la rintracciabilità del prodotto. Eventuali disposizioni supplementari atte a facilitare l'identificazione e la rintracciabilità del prodotto attraverso il marchio possono essere emesse dal Servizio Tecnico Centrale.

Tutte le forniture di Igno strutturale devono essere accompagnate dall'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale. L'attestato può essere utilizzato senza limitazione di tempo. Su tale attestato deve essere riportato il riferimento al documento di trasporto.

Le forniture effettuate da un commerciante o da un trasformatore intermedio devono essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal Produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante o trasformatore intermedio. Il Direttore dei Lavori prima della messa in opera, è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

Si raccomanda che vengano adottati i necessari provvedimenti in fase di stoccaggio, trasporto e costruzione, affinché i componenti e gli elementi strutturali di legno e a base di legno non subiscano variazioni di umidità conseguenti a esposizioni climatiche più severe di quelle attese per la struttura finita. Prima di essere utilizzato nella costruzione, si raccomanda che il legno sia essiccato fino al valore di umidità appropriato alle condizioni climatiche di esercizio della struttura finita, limitatamente ai casi previsti al paragrafo 4.4.15 delle Norme tecniche per le costruzioni, per i quali siano accettate umidità maggiori durante la messa in opera. Specifica attenzione verrà posta nella definizione delle condizioni necessarie per un corretto essiccamento in opera, prevedendo in fase progettuale gli effetti del processo di essiccamento sul comportamento strutturale. Nelle regioni dei collegamenti di carpenteria e di quelli meccanici, dovrà essere limitata la presenza di nodi, cretti, smussi o altri difetti che possano ridurre la capacità portante del collegamento. Se non diversamente previsto in sede progettuale ed espressamente specificato, si raccomanda che i chiodi siano infissi ortogonalmente rispetto alla fibratura e fino a una profondità tale che le superfici delle teste risultino a filo della superficie del legno. Si raccomanda che il diametro delle preforature non sia maggiore di  $0,8 d$ , essendo  $d$  il diametro del chiodo. Si raccomanda che i fori nel legno per i bulloni abbiano un diametro che non sia più grande di 1 mm rispetto al diametro  $d$  del bullone. Si raccomanda che i fori nelle piastre di acciaio per i bulloni abbiano un diametro non maggiore di  $\max(2 \text{ mm}; 0,1 d)$ . Al di sotto della testa del bullone e del dado si raccomanda che siano utilizzate rondelle aventi lunghezza del lato o diametro pari ad almeno  $3 d$  e spessore pari ad almeno  $0 d$  e che le superfici di contatto tra rondella, legno, dado e testa del bullone siano conformi su tutto il loro contorno. Si raccomanda che bulloni e tirafondi siano serrati in modo tale che gli elementi siano perfettamente accostati. Quando il legno raggiunge l'umidità di equilibrio in fase di costruzione,

si deve procedere a un ulteriore controllo del serraggio, al fine di assicurare il mantenimento della capacità portante e della rigidità della struttura.

Per le unioni con spinotti, si raccomanda che il diametro dello spinotto non sia minore di 6 mm, che le tolleranze sul suo diametro siano entro  $0/+ 0,1$  mm, che le preforature negli elementi di legno abbiano un diametro non maggiore di quello dello spinotto e che i fori delle eventuali piastre di acciaio abbiano un diametro non superiore a 1 mm rispetto al diametro dello spinotto.

Per viti infisse in legno di conifera, con diametro del gambo liscio  $d \leq 6$  mm, non è richiesta la preforatura. Per tutte le viti infisse in legno di latifoglie e per viti in legno di conifere aventi un diametro  $d > 6$  mm è richiesta la preforatura, rispettando i seguenti requisiti:

- che il foro-guida per il gambo abbia lo stesso diametro del gambo stesso e profondità uguale alla lunghezza del gambo;
- che il foro-guida per la porzione filettata abbia un diametro pari approssimativamente al 70% del diametro del gambo.

Per legno con massa volumica maggiore di 500 kg/m<sup>3</sup>, si raccomanda che il diametro di preforatura sia determinato tramite prove.

Nei casi in cui la resistenza dell'incollaggio sia un requisito limitativo per la verifica agli stati limite ultimi, si raccomanda che la produzione delle unioni incollate sia sottoposta a controllo di qualità, per assicurare che l'affidabilità e la qualità dell'unione siano conformi alle specifiche tecniche pertinenti.

Si raccomanda che siano seguite le prescrizioni del produttore dell'adesivo, in relazione alla conservazione, miscelazione e applicazione, alle condizioni ambientali necessarie - sia in fase di applicazione sia in fase di indurimento - all'umidità degli elementi e a tutti i fattori pertinenti al corretto utilizzo dell'adesivo.

Per gli adesivi per i quali il raggiungimento della piena resistenza richiede un periodo di condizionamento dopo l'indurimento iniziale, si raccomanda che l'applicazione di carichi non avvenga per tutto il tempo necessario.

In fase di montaggio della struttura, si raccomanda di evitare sovraccarichi sugli elementi o sulle connessioni, di porre particolare attenzione alla rispondenza degli elementi strutturali alle prescrizioni progettuali, con riferimento alle condizioni di umidità, alla presenza di distorsione, di spaccature, difetti o imprecisioni di lavorazione in corrispondenza dei giunti, prevedendo eventualmente la sostituzione degli elementi difettosi.

Nelle fasi di immagazzinamento, trasporto o messa in opera, si raccomanda che il sovraccarico degli elementi sia accuratamente evitato. Se la struttura è caricata o vincolata provvisoriamente durante la costruzione in maniera differente da quella prevista nelle condizioni di esercizio in opera, si raccomanda che la condizione temporanea sia considerata come uno specifico caso di carico, includendo ogni possibile azione dinamica. Nel caso di strutture a telaio, archi intelaiati e portali intelaiati, si raccomanda di porre particolare cura nell'evitare distorsioni durante il sollevamento dalla posizione orizzontale a quella verticale.

## **750.2 Approvvigionamento ed accettazione dei materiali**

### *Legno massiccio*

Il legno massiccio per uso strutturale è un prodotto naturale selezionato, in dimensioni d'uso nelle strutture, classificato, elemento per elemento, secondo la resistenza sulla base di specifiche normative.

I parametri di resistenza, di rigidità e di massa volumica assegnati al legno strutturale vengono di regola determinati sulla base di prove sperimentali normalizzate che producono gli stessi tipi di effetti delle azioni alle quali il materiale sarà soggetto nella struttura. Tali prove devono essere condotte su campioni significativi di elementi classificati in dimensione d'uso.

I criteri di classificazione garantiscono all'elemento prestazioni meccaniche minime statisticamente determinate senza necessità di ulteriori prove sperimentali e verifiche.

Per tipi di legname non inclusi nelle norme vigenti, è ammissibile la determinazione dei parametri di cui sopra sulla base di confronti con specie legnose note aventi caratteristiche simili a quelle della specie incognita, oppure sulla base di correlazioni con i valori di resistenza, rigidità e massa volumica ottenuti tramite prove eseguite su campioni di provini piccoli e netti.

In questi due casi, tuttavia, si dovrà dimostrare di aver tenuto conto della minore affidabilità dei risultati rispetto a quelli ottenuti con il metodo ordinario.

Tutti i legnami da impiegare, nei vari tipi di essenze o prodotti di lavorazione, dovranno essere conformi alle prescrizioni della normativa vigente ed avere le caratteristiche fisico-meccaniche riportate dalla seguente tabella:

Essenza	massa volumica Kg/d.m.c	umidità max %	carico di rottura a compresione (Kg/cm <sup>2</sup> )	carico di rottura a fless. N/mm <sup>2</sup> . (Kg/cm <sup>2</sup> )	durezza Brinell Hd
castagno	0,62	18	500	1.100	3,9
faggio	0,74	18	400	950	4,5
frassino	0,74	18	450	1.100	5
larice	0,60	20	350	800	3,3
mogano	0,50	15	400	1.000	4
noce	0,69	18	400	700	3,6
pino	0,53	20	350	660	2,9
pioppo	0,42	22	250	600	2,4
pitch pine	0,84	16	450	900	4,9
rovere	0,74	10	500	1000	5

#### *Legno strutturale con giunti a dita*

In aggiunta a quanto prescritto per il legno massiccio, gli elementi di legno strutturale con giunti a dita devono essere conformi alla UNI EN 385/03.

#### *Legno lamellare incollato*

I produttori di elementi di legno lamellare per uso strutturale devono essere qualificati. All'atto della posa in opera il direttore dei lavori deve verificare, acquisendone copia, che il legno lamellare incollato sia oggetto di attestato di qualificazione e che le procedure di posa in opera siano conformi alle specifiche tecniche del produttore.

L'attribuzione degli elementi strutturali di legno lamellare ad una classe di resistenza viene effettuata dal produttore secondo quanto previsto ai punti seguenti.

- classificazione sulla base delle proprietà delle lamelle: le lamelle sono da considerare a tutti gli effetti elementi di legno strutturale e sono quindi tutte individualmente classificate dal produttore. L'elemento strutturale di legno lamellare incollato può essere costituito dall'insieme di lamelle tra loro omogenee (elemento "omogeneo") oppure da lamelle di diversa qualità (elemento "combinato") secondo quanto previsto in UNI EN 1194/00. Nella citata norma viene indicata la corrispondenza tra le classi delle lamelle che compongono l'elemento strutturale e la classe di resistenza risultante per l'elemento lamellare stesso, sia omogeneo che combinato.
- attribuzione diretta in base a prove sperimentali: nei casi in cui il legno lamellare incollato non ricada in una delle tipologie previste dalla UNI EN 1194/00, è ammessa l'attribuzione diretta degli elementi strutturali lamellari alle classi di resistenza sulla base di risultati di prove sperimentali, da eseguirsi in conformità alla EN 14080/05.

I valori indicati nei profili caratteristici possono essere assunti nei calcoli di progetto come valori massimi per le grandezze cui si riferiscono. Oltre alle condizioni di prova normalizzate (geometria di prova, rottura a 300 s, umidità del legno in equilibrio con aria a  $T = 20^{\circ}\text{C}$  e  $\phi = 65\%$ ), i valori caratteristici di resistenza sono riferiti alle seguenti dimensioni del provino:

- provini per flessione: altezza della sezione resistente 600 mm;
- provino per trazione parallela alla fibratura: larghezza della sezione resistente 600 mm;
- provino per trazione perpendicolare alla fibratura: volume 10000 mm<sup>3</sup>;
- provino per resistenza a taglio: volume uniformemente sollecitato 500 mm<sup>3</sup>.

Pertanto, per elementi di legno lamellare incollato sottoposti a flessione che presentino una altezza della sezione trasversale minore di 600 mm. Le dimensioni delle singole lamelle dovranno rispettare i limiti per lo spessore se l'area della sezione trasversale  $A$  indicati in UNI EN 386/03.

I giunti a dita "a tutta sezione" devono essere conformi a quanto previsto da UNI EN 387/03. I giunti a dita "a tutta sezione" non possono essere usati per elementi strutturali da porre in opera nella classe di servizio 3, quando la direzione della fibratura cambi in corrispondenza del giunto.

#### *Pannelli a base di legno*

I produttori di pannelli a base di legno per uso strutturale devono essere in possesso di attestato di conformità alla relativa parte approvata della norma europea armonizzata EN 13986/05.

Il metodo di controllo della conformità dei pannelli a base di legno è quello dettagliato nell'appendice ZA-Prospetto ZA.2 - "Sistemi di attestazione della conformità" (Sistema 2+) delle relative norme armonizzate. Il Sistema 2+ (certificazione del controllo di produzione in fabbrica) è quello specificato all'art. 7, comma 1 lettera B, Procedura 1 del D.P.R. n. 246/93, comprensiva della sorveglianza, giudizio ed approvazione permanenti del controllo di produzione in fabbrica.

All'atto della posa in opera il direttore dei lavori deve verificare, acquisendone copia, che il pannello a base di legno per uso strutturale sia oggetto di attestato di conformità e che le procedure di posa in opera siano conformi alle specifiche tecniche del produttore.

I valori caratteristici di resistenza e di rigidità sono indicati nella UNI EN 12369-1/02 (per pannelli OSB, pannelli di particelle e pannelli di fibra) oppure indicati nella UNI EN 12369-2/05 (per i pannelli di legno compensato) con riferimento alla UNI EN 1072/97 (determinati secondo il metodo descritto nella UNI EN 1058/97).

#### *Adesivi*

Gli adesivi per usi strutturali devono produrre unioni aventi resistenza e durabilità tali che l'integrità dell'incollaggio sia conservata, nella classe di servizio assegnata, durante tutta la vita prevista della struttura.

#### *Elementi meccanici di collegamento*

Per tutti gli elementi metallici che fanno parte di particolari di collegamento (spinotti, chiodi, viti, piastre metalliche, ...) le caratteristiche specifiche verranno verificate con riferimento alle normative vigenti per la categoria di appartenenza.

### **750.3 Disposizioni costruttive e controllo dell'esecuzione**

#### **750.3.1 Instabilità laterale**

Per i pilastri e per le travi in cui può verificarsi instabilità laterale e per elementi di telai, lo scostamento iniziale dalla rettilinearità (eccentricità) misurato a metà luce deve essere limitato a 1/450 della lunghezza per elementi lamellari incollati e a 1/300 della lunghezza per elementi di legno massiccio.

Non si dovranno impiegare per usi strutturali elementi rovinati, schiacciati o danneggiati in altro modo.

Il legno, i componenti derivati dal legno e gli elementi strutturali, non dovranno essere esposti a condizioni più severe di quelle previste per la struttura finita.

Prima della costruzione il legno dovrà essere portato a un contenuto di umidità il più vicino possibile a quello appropriato alle condizioni ambientali in cui si troverà nella struttura finita. Se non si considerano importanti gli effetti di qualunque ritiro o se si sostituiscono parti che sono state danneggiate in modo inaccettabile, è possibile accettare maggiori contenuti di umidità durante la messa in opera, purché ci si assicuri che al legno sia consentito di asciugare fino a raggiungere il desiderato contenuto di umidità.

### **750.3.2 Incollaggio**

Quando si tiene conto della resistenza dell'incollaggio delle unioni per il calcolo allo stato limite ultimo, si presuppone che la fabbricazione dei giunti sia soggetta a un controllo di qualità che assicuri che l'affidabilità sia equivalente a quella dei materiali giuntati.

La fabbricazione di componenti incollati per uso strutturale dovrà avvenire in condizioni ambientali controllate.

Quando si tiene conto della rigidità dei piani di incollaggio soltanto per il progetto allo stato limite di esercizio, si presuppone l'applicazione di una ragionevole procedura di controllo di qualità che assicuri che solo una piccola percentuale dei piani di incollaggio cederà durante la vita della struttura.

Si dovranno seguire le istruzioni dei produttori di adesivi per quanto riguarda la miscelazione, le condizioni ambientali per l'applicazione e la presa, il contenuto di umidità degli elementi lignei e tutti quei fattori concernenti l'uso appropriato dell'adesivo.

Per gli adesivi che richiedono un periodo di maturazione dopo l'applicazione, prima di raggiungere la completa resistenza si dovrà evitare l'applicazione di carichi ai giunti per il tempo necessario.

### **750.3.3 Unioni con dispositivi meccanici**

Nelle unioni con dispositivi meccanici si dovranno limitare smussi, fessure, nodi o altri difetti, in modo tale da non ridurre la capacità portante dei giunti.

In assenza di altre specificazioni, i chiodi dovranno essere inseriti ad angolo retto rispetto alla fibratura e fino a una profondità tale che le superfici delle teste dei chiodi siano a livello della superficie del legno.

La chiodatura incrociata dovrà essere effettuata con una distanza minima della testa del chiodo dal bordo caricato che dovrà essere almeno  $10 d$ , essendo  $d$  il diametro del chiodo.

I fori per i bulloni possono avere un diametro massimo aumentato di 1 mm rispetto a quello del bullone stesso.

Sotto la testa e il dado si dovranno usare rondelle con il lato o il diametro di almeno  $3 d$  e spessore di almeno  $0,3 d$ , essendo  $d$  il diametro del bullone.

Le rondelle dovranno appoggiare sul legno per tutta la loro superficie.

Bulloni e viti dovranno essere stretti in modo tale che gli elementi siano ben serrati e se necessario dovranno essere stretti ulteriormente quando il legno abbia raggiunto il suo contenuto di umidità di equilibrio. Il diametro minimo degli spinotti è 8 mm. Le tolleranze sul diametro dei perni sono di 0,1 mm e i fori predisposti negli elementi di legno non dovranno avere un diametro superiore a quello dei perni.

Al centro di ciascun connettore dovranno essere disposti un bullone o una vite. I connettori dovranno essere inseriti a forza nei relativi alloggiamenti.

Quando si usano connettori a piastra dentata, i denti dovranno essere pressati fino al completo inserimento nel legno.

L'operazione di pressatura dovrà essere normalmente effettuata con speciali presse o con speciali bulloni di serraggio aventi rondelle sufficientemente grandi e rigide da evitare che il legno subisca danni.

Se il bullone resta quello usato per la pressatura, si dovrà controllare attentamente che esso non abbia subito danni durante il serraggio. In questo caso, la rondella dovrà avere almeno la stessa dimensione del connettore e lo spessore dovrà essere almeno 0,1 volte il diametro o la lunghezza del lato.

I fori per le viti dovranno essere preparati come segue:

- il foro guida per il gambo dovrà avere lo stesso diametro del gambo e profondità pari alla lunghezza del gambo non filettato;

- il foro guida per la porzione filettata dovrà avere un diametro pari a circa il 50% del diametro del gambo;
- le viti dovranno essere avvitate, non spinte a martellate, nei fori predisposti.

#### **750.3.4 Assemblaggio**

L'assemblaggio dovrà essere effettuato in modo tale che non si verifichino tensioni non volute. Si dovranno sostituire gli elementi deformati, fessurati o malamente inseriti nei giunti.

Si dovranno evitare stati di sovrasollecitazione negli elementi durante l'immagazzinamento, il trasporto e la messa in opera. Se la struttura è caricata o sostenuta in modo diverso da come sarà nell'opera finita, si dovrà dimostrare che questa è accettabile anche considerando che tali carichi possono avere effetti dinamici. Nel caso, per esempio, di telai ad arco, telai a portale, ecc., si dovranno accuratamente evitare distorsioni nel sollevamento dalla posizione orizzontale a quella verticale.

#### **750.3.5 Collegamenti**

Le membrature compresse ed i loro collegamenti (come per esempio i giunti di carpenteria), per cui possa essere prevedibile il collasso a causa dell'inversione di segno della sollecitazione, devono essere progettati in modo tale che non si verifichino separazioni, dislocazioni, disassamenti.

Perni e bulloni devono essere serrati e correttamente inseriti nei loro alloggiamenti (nel rispetto delle tolleranze previste).

Perni e bulloni di diametro  $d$  superiore a 16 mm non devono di norma essere utilizzati nei collegamenti legno-legno e legno-acciaio, eccezion fatta quando essi siano utilizzati come elementi di chiusura dei connettori e tali, quindi, da non influenzare la resistenza a taglio.

Il collegamento realizzato mediante spinotti o chiodi a gambo liscio non deve essere utilizzato senza accorgimenti aggiuntivi volti ad evitare l'apertura del giunto.

Nel caso di tensioni perpendicolari alla fibratura, si devono osservare disposizioni aggiuntive (come quelle riportate nelle normative di calcolo di cui al paragrafo 9.1.1) al fine di evitare l'innesco di fratture parallele alla fibratura (splitting).

#### **750.3.6 Impalcati**

Eventuali fattori di incremento della capacità portante dei mezzi di unione ai bordi dei rivestimenti strutturali e dell'incremento dell'interasse dei chiodi lungo i bordi discontinui dei pannelli non devono essere utilizzati. La distribuzione delle forze di taglio negli impalcati deve essere valutata tenendo conto della disposizione effettiva in pianta degli elementi di controvento verticali; i vincoli nel piano orizzontale tra impalcato e pareti portanti verticali devono essere di tipo bilatero.

Tutti i bordi dei rivestimenti strutturali devono essere collegati agli elementi del telaio: i rivestimenti strutturali che non terminano su elementi del telaio devono essere sostenuti e collegati da appositi elementi di bloccaggio taglio-resistenti. Dispositivi con funzione analoga devono essere inoltre disposti nei diaframmi orizzontali posti al di sopra di elementi verticali di controvento (ad esempio le pareti).

La continuità delle travi deve essere assicurata, specialmente in corrispondenza delle zone di impalcato che risultano perturbate dalla presenza di aperture.

Quando gli impalcati sono considerati, ai fini dell'analisi strutturale, come rigidi nel loro piano, in corrispondenza delle zone nelle quali si attua il trasferimento delle forze orizzontali agli elementi verticali (e.g. le pareti di controvento) si dovrà assicurare il mantenimento della direzione di tessitura delle travi di impalcato.

#### **750.4 Controllo del progetto e della costruzione**

Le strutture di legno dovranno essere sottoposte a collaudo statico nel rispetto delle prescrizioni generali previste per il collaudo delle opere di ingegneria.

Le prove di carico, ove ritenute necessarie dal collaudatore, rispetteranno le modalità indicate nella UNI EN 380/94 "Strutture di legno – Metodi di prova – Principi generali per le prove con carico statico". Il programma delle prove deve essere sottoposto al direttore dei lavori ed al progettista e reso noto al costruttore.

#### **ART. 751**

##### **OPERE IN MARMO E PIETRE NATURALI**

Le opere in marmo, pietre naturali od artificiali dovranno in genere corrispondere esattamente alle forme e dimensioni risultanti dai disegni di progetto ed essere lavorate a seconda delle prescrizioni generali del presente Capitolato o di quelle particolari impartite dalla Direzione dei Lavori all'atto dell'esecuzione.

Tutti i materiali dovranno avere le caratteristiche esteriori (grana, coloritura e venatura) e quelle essenziali della specie prescelta.

Prima di cominciare i lavori, qualora non si sia provveduto in merito avanti l'appalto da parte dell'Amministrazione appaltante, l'Impresa dovrà preparare a sue spese i campioni dei vari marmi o pietre e delle loro lavorazioni, e sottoporli all'approvazione della Direzione dei Lavori, alla quale spetterà in maniera esclusiva di giudicare se essi corrispondono alle prescrizioni. Detti campioni, debitamente contrassegnati, resteranno depositati negli Uffici della Direzione dei Lavori, quali termini di confronto e di riferimento.

Per quanto ha riferimento con le dimensioni di ogni opera nelle sue parti componenti, la Direzione dei Lavori ha la facoltà di prescrivere le misure dei vari elementi di un'opera qualsiasi (rivestimento, copertina, cornice, pavimento, colonna, ecc.), la formazione e disposizione dei vari conci e lo spessore delle lastre, come pure di precisare gli spartiti, la posizione dei giunti, la suddivisione dei pezzi, l'andamento della venatura, ecc., secondo i particolari disegni costruttivi che la stessa Direzione dei Lavori potrà fornire all'Impresa all'atto dell'esecuzione; e quest'ultima avrà l'obbligo di uniformarsi a tali norme, come ad ogni altra disposizione circa la formazione di modanature, scorniciature, gocciolatoi, ecc.

Per le opere di una certa importanza, la Direzione dei Lavori potrà, prima che esse vengano iniziate, ordinare all'Impresa la costruzione di modelli in gesso, anche in scala al vero, il tutto a spese dell'Impresa stessa, sino ad ottenere l'approvazione, prima di procedere all'esecuzione della particolare finitura.

Per tutte le opere infine è fatto obbligo all'Impresa di rilevare e controllare, a propria cura e spese, la corrispondenza delle varie opere ordinate dalla Direzione dei Lavori alle strutture rustiche esistenti, e di segnalare tempestivamente a quest'ultima ogni divergenza od ostacolo, restando essa Impresa in caso contrario unica responsabile della perfetta rispondenza dei pezzi all'atto della posa in opera.

Essa avrà pure l'obbligo di apportare alle stesse, in corso di lavoro, tutte quelle modifiche che potessero essere richieste dalla Direzione dei Lavori.

#### **ART. 752**

##### **OPERE DA CEMENTISTA E STUCCATORE**

##### ***Cementi decorativi***

I cementi decorativi, gettati in opera ad imitazione di pietra naturale di qualsiasi tipo e colore, comportano la formazione di uno strato superficiale con impasto di sabbia normale, polvere di marmo, graniglia e scaglia con cemento, variamente lavorato (raspato, martellinato, spuntato).

L'opera del cementista comporta la rasatura a gesso del cassero predisposto dall'Imprenditore edile, la formazione della sagoma di ornato, il necessario getto dell'impasto di cemento e graniglia (con polvere di marmo, scaglia, coloranti, ingredienti) della stessa pietra naturale da imitare con uno spessore non inferiore a 10 mm, ed esteso a tutta la parte destinata a rimanere in vista.

Eseguito a cura dell'Imprenditore edile il getto di calcestruzzo a riempimento dell'eventuale spazio residuo fra il cemento decorativo e la struttura muraria portante ed il disfacimento del

cassero, il cementista provvede alla pulizia del cemento decorativo, alla ripassatura, profilatura degli spigoli, rettifica di imperfezioni, sigillature e finitura della superficie vista come prescritta.

I cementi decorativi gettati in opera comportano la fornitura dei materiali occorrenti, gesso, sabbia normale, polvere di marmo, graniglia, scaglie, cemento e le prestazioni di mano d'opera da specialista: sono escluse le prestazioni di competenza dell'Imprenditore edile (cassero, calcestruzzo, ferro di armatura, disarmo del cassero), i ponteggi, le impalcature e le opere provvisorie. I cementi decorativi si computano a metro quadrato.

### ***Intonachi speciali***

Gli intonachi speciali, eseguiti dallo specialista (intonaco di cemento decorativo, intonaco colorato pietrificato, intonaco con graniglia lavata a getto) comportano l'applicazione alle strutture murarie di uno strato di cemento e graniglia con aggiunta di coloranti ed ingredienti particolari e finiture delle superfici viste, diverso a seconda del tipo di intonaco.

La finitura della superficie vista dell'intonaco in cemento decorativo può essere rasata, martellinata o spuntata.

Per l'intonaco colorato pietrificante, esso comporta l'applicazione di uno strato di impasto a base di cementante neutro, idrofugo in polvere, colori minerali fini, granulati quarzosi e di diverse dimensioni e dosati in modo da assicurare la massima compattezza dell'impasto, la lustratura della superficie finita; tale intonaco può essere applicato mediante spruzzatura con idonea apparecchiatura; la spruzzatura non comporta ulteriore lavorazione della superficie vista.

Per intonaco con graniglia lavata a getto, esso comporta l'applicazione di uno strato di impasto a base di cemento, sabbia, granulato di pietra naturale di colori vari prestabiliti. Successivamente all'applicazione dell'impasto, si procede con lavatura a getto, all'asportazione dello strato superficiale, rimanendo in vista la superficie granulare.

Gli intonachi si misurano in base alla loro superficie effettiva in proiezione verticale (per le pareti) ed orizzontale (per soffitti e plafoni) senza tener conto di sporgenze, rientranze e riquadri inferiori a 5 cm.

La rasatura a gesso di pareti verticali, orizzontali, inclinate, piane e curve deve essere effettuata con una miscela di gesso da stuccatore e di calce adesiva in polvere nelle proporzioni di 60 parti di gesso e 40 di calce, in spessore non inferiore a 5 mm e non superiore a 10 mm, su preesistente intonaco rustico eseguito in piano con fasce; eventuali difetti dell'intonaco rustico devono essere corretti con malta a cura e spesa dell'esecutore dell'intonaco prima che venga applicata la rasatura a gesso. Questa deve essere eseguita in piano; la superficie di essa, sia in senso verticale che orizzontale non deve presentare ondulazioni, fuori quadro, strapiombi rilevabili ad occhio nudo o con normali sistemi di controllo; gli angoli e spigoli (rientranti e sporgenti) devono risultare assolutamente rettilinei in verticale, orizzontale ed in squadra; le superfici devono essere assolutamente prive di calcinaroli, graffi, tacche, grumi, rugosità ed altri difetti che compromettano la regolarità e la planarità delle pareti e plafoni.

Il rivestimento a soffitto con pannelli di gesso armato comprende, oltre alla fornitura del pannello e relativa mano d'opera dello specialista e suo aiutante, la fornitura dei tiranti in filo di ferro zincato ed il loro aggancio alla preesistente struttura portante; qualora sia necessaria l'esecuzione di una struttura in legno, cui fissare il rivestimento di gesso, questa viene compensata a parte.

Le rasature a gesso si computano a metro quadrato di superficie effettiva e comprendono la rasatura sulle pareti, la formazione di spigoli ed angoli, le riprese, i ripristini, i ritocchi, con un minimo contabilizzato a 1 m<sup>2</sup> per la rasatura ed il rivestimento in pannelli di gesso misurati in



sviluppo di superficie, escluso aggetti, rientranze e sporgenze inferiori a 5 cm e con un minimo di 1 m per le opere misurate a metro lineare.

## **ART. 753 OPERE IN LEGNO**

Tutti i legnami da impiegarsi in opere permanenti da carpentiere (grossa armatura di tetto, travature per solai, impalcati, ecc.), devono essere lavorati con la massima cura e precisione, secondo ogni buona regola d'arte e in conformità alle prescrizioni date dalla Direzione dei Lavori.

Tutte le giunzioni dei legnami debbono avere la forma e le dimensioni prescritte, ed essere nette e precise in modo da ottenere un perfetto combaciamento dei pezzi che devono essere uniti.

Non è tollerato alcun taglio in falso, né zeppe o cunei, né qualsiasi altro mezzo di guarnitura o ripieno.

Qualora venga ordinato dalla Direzione dei Lavori, nelle facce di giunzione verranno interposte delle lamine di piombo o di zinco od anche del cartone incatramato.

Le diverse parti componenti un'opera in legname devono essere fra loro collegate solidamente in tutti i punti di contatto mediante caviglie, chiodi, squadre, staffe di ferro, chiavarde, fasciature di reggia od altro, in conformità alle prescrizioni che saranno date.

Dovendosi impiegare chiodi per collegamento dei legnami, è espressamente vietato farne l'applicazione senza apparecchiarne prima il conveniente foro con succhiello.

I legnami prima della loro posizione in opera e prima dell'esecuzione della spalmatura di catrame o della coloritura, se ordinata, debbono essere congiunti in prova nei cantieri, per essere esaminati ed accettati provvisoriamente dalla Direzione dei Lavori.

Tutte le parti dei legnami che rimangono incassate nella muratura devono, prima della posa in opera, essere convenientemente spalmate di catrame vegetale o di carbolineum e tenute, almeno lateralmente e posteriormente, isolate in modo da permettere la permanenza di uno strato di aria possibilmente ricambiabile.

### ***Porte***

In base al D.M. 14 giugno 1989, n. 236, "Regolamento di attuazione dell'art. 1 della legge 9 gennaio 1989, n. 13 - Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata", le porte di accesso di ogni unità ambientale devono essere facilmente manovrabili, di tipo e luce netta tali da consentire un agevole transito anche da parte di persona su sedia a ruote; il vano della porta e gli spazi antistanti e retrostanti devono essere complanari.

Occorre dimensionare adeguatamente gli spazi antistanti e retrostanti, con riferimento alle manovre da effettuare con la sedia a ruote, anche in rapporto al tipo di apertura.

Sono ammessi dislivelli in corrispondenza del vano della porta di accesso di una unità immobiliare, ovvero negli interventi di ristrutturazione, purché questi siano contenuti e tali comunque da non ostacolare il transito di una persona su sedia a ruote.

Per dimensioni, posizionamento e manovrabilità la porta deve essere tale da consentire una agevole apertura della/e ante da entrambi i lati di utilizzo; sono consigliabili porte scorrevoli o con anta a libro, mentre devono essere evitate le porte girevoli, a ritorno automatico non ritardato e quelle vetrate se non fornite di accorgimenti per la sicurezza. Le porte vetrate

devono essere facilmente individuabili mediante l'apposizione di opportuni segnali. Sono da preferire maniglie del tipo a leva opportunamente curvate ed arrotondate.

La luce netta della porta di accesso di ogni edificio e di ogni unità immobiliare deve essere di almeno 80 cm. La luce netta delle altre porte deve essere di almeno 75 cm.

Gli spazi antistanti e retrostanti la porta devono essere dimensionati nel rispetto dei minimi previsti negli schemi grafici di seguito riportati.

L'altezza delle maniglie deve essere compresa tra 85 e 95 cm (consigliata 90 cm). Devono inoltre, essere preferite soluzioni per le quali le singole ante delle porte non abbiano larghezza superiore ai 120 cm, e gli eventuali vetri siano collocati ad una altezza di almeno 40 cm dal piano del pavimento. L'anta mobile deve poter essere usata esercitando una pressione inferiore a 8 kg.

#### **ART. 754** **OPERE DA FABBRO E SERRAMENTISTA**

Nelle opere di ferro, questo deve essere lavorato diligentemente con maestria, regolarità di forme e precisione di dimensioni, secondo i disegni che fornirà la Direzione dei Lavori con particolare attenzione nelle saldature e ribaditure. I fori saranno tutti eseguiti con trapano; le chiodature, ribaditure, ecc. dovranno essere perfette, senza sbavature; i tagli essere limati. Saranno rigorosamente rifiutati tutti quei pezzi che presentino il più leggero indizio di imperfezione.

Ogni pezzo od opera completa in ferro dovrà essere fornita a piè d'opera con mano di antiruggine.

Per ogni opera in ferro a richiesta della Direzione dei Lavori, l'Appaltatore avrà l'obbligo di presentare il relativo modello alla preventiva approvazione. L'Impresa sarà in ogni caso obbligata a controllare gli ordinativi ed a rilevare sul posto le misure esatte delle diverse opere in ferro essendo responsabile degli inconvenienti che potessero verificarsi per l'omissione di tale controllo.

In particolare si prescrive:

- Inferriate, cancellate, ecc. - Saranno costruite a perfetta regola d'arte, secondo i tipi che verranno indicati all'atto esecutivo. Esse dovranno presentare tutti i regoli ben dritti, spianati ed in perfetta composizione. I tagli delle connessioni per i ferri incrociati mezzo a mezzo dovranno essere della massima precisione ed esattezza, ed il vuoto di uno dovrà esattamente corrispondere al pieno dell'altro, senza la minima ineguaglianza o discontinuità. Le inferriate con regoli intrecciati ad occhio non presenteranno nei buchi, formati a fuoco, alcuna fessura. In ogni caso l'intreccio dei ferri dovrà essere dritto ed in parte dovrà essere munito di occhi, in modo che nessun elemento possa essere sfilato. I telai saranno fissati ai ferri di orditura e saranno muniti di forti grappe ed arpioni, ben chiodati ai regoli di telaio in numero, dimensioni e posizioni che verranno indicate.
- Infissi in ferro - Gli infissi per finestre, vetrate ed altro, potranno essere richiesti con profilati ferro-finestra o con ferri comuni profilati. In tutti e due i casi dovranno essere simili al campione che potrà richiedere o fornire l'Amministrazione. Gli infissi potranno avere parte fissa od apribile, anche a vasistas, come sarà richiesto; le chiusure saranno eseguite a ricupero ad asta rigida, con corsa inversa ed avranno il ferro inferiore e superiore. Il sistema di chiusura potrà essere a leva od a manopola a seconda di come sarà richiesto. Le cerniere dovranno essere a quattro maschiettature in numero di due o tre parti per ciascuna partita dell'altezza non inferiore a 12 cm con ghiande terminali. Gli apparecchi di chiusura e di manovra in genere dovranno risultare bene equilibrati e non

richiedere eccessivi sforzi per la chiusura. Le manopole e le cerniere, se richiesto, saranno cromate. Le ante apribili dovranno essere munite di gocciolatoio. Le ferramenta di ritegno dovranno essere proporzionate alla robustezza dell'infisso stesso.

—

#### **ART. 755** **OPERE DA LATTONIERE**

La chiodatura con ribattini di rame, ove occorrente, deve essere doppia con i ribattini alternati ed equidistanti uno dall'altro.

La saldatura con stagno deve essere uniforme e senza interruzioni; i bracci per l'affrancatura dei tubi pluviali devono essere a distanza non superiore ad 1,5 m; le cicogne per sostegno di canali di gronda, a distanza non superiore ad 1 m.

Le sovrapposizioni devono essere non inferiori a 5 cm per i pluviali, a 15 cm per canali e scossaline.

Per i materiali in plastica le connessioni devono essere effettuate con collante in modo da garantire una perfetta tenuta, gli accoppiamenti sia verticali che orizzontali devono essere effettuati in modo da assicurare l'assorbimento delle dilatazioni termiche; in particolare gli elementi per canali di gronda devono comprendere gli angolari normali e speciali, i raccordi, le testate esterne ed interne, con o senza scarico a seconda delle esigenze dell'opera da compiere.

I manufatti in latta, in lamiera di ferro nera o zincata, in ghisa, in zinco, in rame, in piombo, in ottone, in alluminio o in altri materiali dovranno essere delle dimensioni e forme richieste nonché lavorati a regola d'arte, con la maggiore precisione.

Detti lavori saranno dati in opera, salvo contraria precisazione contenuta nella tariffa dei prezzi, completi di ogni accessorio necessario al loro perfetto funzionamento, come raccordi di attacco, coperchio, viti di spurgo in ottone o bronzo, pezzi speciali e sostegni di ogni genere (braccetti, grappe, ecc.). Saranno inoltre verniciati con una mano di catrame liquido, ovvero di minio di piombo ed olio di lino cotto, od anche con due mani di vernice comune, a seconda delle disposizioni della Direzione dei Lavori.

Le giunzioni dei pezzi saranno fatte mediante chiodature, ribattiture, o saldature, secondo quanto prescritto dalla stessa Direzione ed in conformità ai campioni, che dovranno essere presentati per l'approvazione.

L'Impresa ha l'obbligo di presentare, a richiesta della Direzione dei lavori, i progetti delle varie opere, tubazioni, reti di distribuzione, di raccolta, ecc. completi dei relativi calcoli, disegni e relazioni, di apportarvi le modifiche che saranno richieste e di ottenere l'approvazione da parte della Direzione stessa prima dell'inizio delle opere stesse.

#### **ART. 756** **OPERE DA PITTORE**

Qualunque tinteggiatura, coloritura o verniciatura dovrà essere preceduta da una conveniente ed accuratissima preparazione delle superfici, e precisamente da raschiature, scrostature, eventuali riprese di spigoli e tutto quanto occorre per uguagliare le superfici medesime.

Successivamente le dette superfici dovranno essere perfettamente levigate con carta vetrata e, quando trattasi di coloriture o verniciature, nuovamente stuccate, quindi pomiciate e lisce, previa imprimitura, con modalità e sistemi atti ad assicurare la perfetta riuscita del lavoro.

Speciale riguardo dovrà aversi per le superfici da rivestire con vernici.

Le tinteggiature, coloriture e verniciature dovranno, se richiesto, essere anche eseguite con colori diversi su una stessa parete, complete di filettature, zoccoli e quant'altro occorre per l'esecuzione dei lavori a regola d'arte.

La scelta dei colori è dovuta al criterio insindacabile della Direzione dei Lavori e non sarà ammessa alcuna distinzione tra colori ordinari e colori fini, dovendosi in ogni caso fornire i materiali più fini e delle migliori qualità.

Le successive passate di coloriture ad olio e verniciature dovranno essere di tonalità diverse, in modo che sia possibile, in qualunque momento, controllare il numero delle passate che sono state

applicate.

In caso di contestazione, qualora l'impresa non sia in grado di dare la dimostrazione del numero di passate effettuate, la decisione sarà a sfavore dell'Impresa stessa. Comunque essa ha l'obbligo, dopo l'applicazione di ogni passata e prima di procedere all'esecuzione di quella successiva, di farsi rilasciare dal personale della Direzione dei Lavori una dichiarazione scritta.

Prima d'iniziare le opere da pittore, l'Impresa ha inoltre l'obbligo di eseguire nei luoghi e con le modalità che le saranno prescritti, i campioni dei vari lavori di rifinitura, sia per la scelta delle tinte che per il genere di esecuzione, e di ripeterli eventualmente con le varianti richieste, sino ad ottenere l'approvazione della Direzione dei Lavori. Essa dovrà infine adottare ogni precauzione e mezzo atti ad evitare spruzzi o macchie di tinte o vernici sulle opere finite (pavimenti, rivestimenti, infissi, ecc.), restando a suo carico ogni lavoro necessario a riparare i danni eventualmente arrecati.

### **Verniciature su legno**

Per le opere in legno, la stuccatura ed imprimitura dovrà essere fatta con mastici adatti, e la levigatura e rasatura delle superfici dovrà essere perfetta.

### **Verniciature su metalli**

Per le opere metalliche la preparazione delle superfici dovrà essere preceduta dalla raschiatura delle parti ossidate.

Le opere dovranno eseguirsi di norma combinando opportunamente le operazioni elementari e le particolari indicazioni che seguono.

La Direzione dei Lavori avrà la facoltà di variare, a suo insindacabile giudizio, le opere elementari elencate in appresso, sopprimendone alcune od aggiungendone altre che ritenesse più particolarmente adatte al caso specifico e l'impresa dovrà uniformarsi a tali prescrizioni senza potere perciò sollevare eccezioni di sorta. Il prezzo dell'opera stessa subirà in conseguenza semplici variazioni in meno od in più, in relazione alle varianti introdotte ed alle indicazioni, della tariffa prezzi, senza che l'Impresa possa accampare perciò diritto a compensi speciali di sorta.

- a) Tinteggiatura a calce - La tinteggiatura a calce degli intonaci interni e la relativa preparazione consisterà in:
- spolveratura e raschiatura delle superfici;
  - prima stuccatura a gesso e colla;
  - levigatura con carta vetrata;
  - applicazione di due mani di tinta a calce.

Gli intonaci nuovi dovranno già aver ricevuto la mano di latte di calce denso (sciabaltura).

- b) Tinteggiatura a colla e gesso - Saranno eseguite come appresso:

- spolveratura e ripulitura delle superfici;
- prima stuccatura a gesso e colla;
- levigatura con carta vetrata;
- spalmatura di colla temperata;
- rasatura dell'intonaco ed ogni altra idonea preparazione;
- applicazione di due mani di tinta a colla e gesso.

Tale tinteggiatura potrà essere eseguita a mezze tinte oppure a tinte forti e con colori fini.

- c) Verniciature ad olio - Le verniciature comuni ad olio su intonaci interni saranno eseguite come appresso:
- spolveratura e ripulitura delle superfici;
  - prima stuccatura a gesso e a colla;
  - levigatura con carta vetrata;
  - spalmatura di colla forte;
  - applicazione di una mano preparatoria di vernice ad olio con aggiunta di acquaragia per facilitare l'assorbimento, ed eventualmente di essiccativo;
  - stuccatura con stucco ad olio;
  - accurato levigatura con carta vetrata e lisciatura;
  - seconda mano di vernice ad olio con minori proporzioni di acquaragia;
  - terza mano di vernice ad olio con esclusione di diluente.

Per la verniciatura comune delle opere in legno le operazioni elementari si svolgeranno come per la verniciatura degli intonaci, con l'omissione delle stuccatura e della spalmatura con colla; per le opere in ferro, la verniciatura sarà preceduta da applicazione di antiruggine.

- d) Verniciature a smalto comune. - Saranno eseguite con appropriate preparazioni, a seconda del grado di rifinitura che la Direzione dei Lavori vorrà conseguire ed a seconda del materiale da ricoprire (intonaci, opere in legno, ferro, ecc.). A superficie debitamente preparata si eseguiranno le seguenti operazioni:
- applicazione di una mano di vernice a smalto con lieve aggiunta di acquaragia;
  - leggera pomiciatura a panno;
  - applicazione di una seconda mano di vernice a smalto con esclusione di diluente.
- e) Verniciature con vernici pietrificanti e lavabili a base di bianco di titanio, su intonaci, tipo con superficie finita liscia o “buccia d'arancio”:
- spolveratura, ripulitura e levigatura delle superfici con carta vetrata;
  - stuccatura a gesso e colla;
  - mano di leggera soluzione fissativa di colla in acqua;
  - applicazione di uno strato di standolio con leggera aggiunta di biacca in pasta, il tutto diluito con acquaragia;
  - applicazione a pennello di due strati di vernice a base di bianco di titanio diluita con acquaragia e con aggiunta di olio di lino cotto in piccola percentuale; il secondo strato sarà eventualmente battuto;
  - con spazzola per ottenere la superficie a buccia d'arancio.
- f) Verniciature con vernici pietrificanti e lavabili a base di bianco di titanio, su intonaci, tipo con superficie finita liscia o “buccia d'arancio”, tipo “battuto” con superficie a rilievo:
- spolveratura, ripulitura e levigatura delle superfici con carta vetrata;
  - stuccatura a gesso e colla;
  - mano di leggera soluzione fissativa di colla in acqua;

- applicazione a pennello di uno strato di vernice come sopra cui sarà aggiunto del bianco di Meudon in polvere nella percentuale occorrente per ottenere il grado di rilievo desiderato;
- battitura a breve intervallo dall'applicazione 4), eseguita con apposita spazzola, rulli di gomma, ecc.

#### **ART. 757**

##### **OPERE DI IMPERMEABILIZZAZIONE**

La pasta di asfalto per stratificazioni impermeabilizzanti di terrazzi, coperture, fondazioni, ecc., risulterà dalla fusione di:

- 60 parti in peso di mastice di asfalto naturale (in pani);
- 4 parti in peso di bitume naturale raffinato;
- 36 parti in peso di sabbia vagliata, lavata e ben secca.

Nella fusione i componenti saranno ben mescolati perché l'asfalto non carbonizzi e l'impasto diventi omogeneo.

La pasta di asfalto sarà distesa a strati e a strisce parallele, dello spessore prescritto con l'ausilio delle opportune guide di ferro, compressa e spianata con la spatola e sopra di essa, mentre è ancora ben calda, si spargerà della sabbia silicea di granulometria fine uniforme la quale verrà battuta per ben incorporarla nello strato asfaltico.

Nelle impermeabilizzazioni eseguite con l'uso di cartafeltro e cartonfeltro questi materiali avranno i requisiti prescritti e saranno posti in opera mediante i necessari collanti con i giunti sfalsati.

Qualsiasi impermeabilizzazione sarà posta su piani predisposti con le opportune pendenze.

Le impermeabilizzazioni, di qualsiasi genere, dovranno essere eseguite con la maggiore accuratezza possibile (specie in vicinanza di fori, passaggi, cappe, ecc.); le eventuali perdite che si manifestassero in esse, anche a distanza di tempo e sino al collaudo, dovranno essere riparate ed eliminate dall'Impresa, a sua cura e spese, compresa ogni opera di ripristino.

#### **ART. 758**

##### **OPERE DI PAVIMENTAZIONE E RIVESTIMENTO**

Per quanto attiene ai pavimenti, il D.M. 14 giugno 1989, n. 236, "Regolamento di attuazione dell'art. 1 della legge 9 gennaio 1989, n. 13 - Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata", prescrive che questi devono essere di norma orizzontali e complanari tra loro e, nelle parti comuni e di uso pubblico, non sdruciolevoli.

Eventuali differenze di livello devono essere contenute ovvero superate tramite rampe con pendenza adeguata in modo da non costituire ostacolo al transito di una persona su sedia a ruote. Nel primo caso si deve segnalare il dislivello con variazioni cromatiche; lo spigolo di eventuali soglie deve essere arrotondato.

Nelle parti comuni dell'edificio, si deve provvedere ad una chiara individuazione dei percorsi, eventualmente mediante una adeguata differenziazione nel materiale e nel colore delle pavimentazioni. I grigliati utilizzati nei calpestii debbono avere maglie con vuoti tali da non costituire ostacolo o pericolo rispetto a ruote, bastoni di sostegno ecc.; gli zerbini devono essere incassati e le guide solidamente ancorate. Qualora i pavimenti presentino un dislivello, questo non deve superare i 2,5 cm.

La posa in opera dei pavimenti di qualsiasi tipo o genere dovrà venire eseguita in modo che la superficie risulti perfettamente piana ed osservando scrupolosamente le disposizioni che, di volta in volta, saranno impartite dalla Direzione dei Lavori.

I singoli elementi dovranno combaciare esattamente tra di loro, dovranno risultare perfettamente fissati al sottostrato e non dovrà verificarsi nelle connesse dei diversi elementi a contatto la benché minima ineguaglianza.

I pavimenti si addenteranno per 15 mm entro l'intonaco delle pareti, che sarà tirato verticalmente sino al pavimento, evitando quindi ogni raccordo o guscio.

Nel caso in cui venga prescritto il raccordo, debbono sovrapporsi al pavimento non solo il raccordo stesso, ma anche l'incontro per almeno 15 mm.

I pavimenti dovranno essere consegnati diligentemente finiti lavorati e senza macchie di sorta.

Resta comunque contrattualmente stabilito che per un periodo di almeno dieci giorni dopo l'ultimazione di ciascun pavimento, l'Impresa avrà l'obbligo di impedire l'accesso di qualunque persona nei locali; e ciò anche per pavimenti costruiti da altre Ditte. Ad ogni modo, ove i pavimenti risultassero in tutto o in parte danneggiati per il passaggio abusivo di persone e per altre cause, l'Impresa dovrà a sua cura e spese ricostruire le parti danneggiate.

L'Impresa ha l'obbligo di presentare alla Direzione dei Lavori i campionari dei pavimenti che saranno prescritti. Tuttavia la Direzione dei Lavori ha piena facoltà di provvedere il materiale di pavimentazione.

L'Impresa, se richiesta, ha l'obbligo di provvedere alla posa in opera al prezzo indicato nell'elenco ed eseguire il sottofondo secondo le disposizioni che saranno impartite dalla Direzione stessa.

### ***Sottofondi***

Il piano destinato alla posa dei pavimenti, di qualsiasi tipo essi siano, dovrà essere opportunamente spianato mediante un sottofondo, in guisa che la superficie di posa risulti regolare e parallela a quella del pavimento da eseguire ed alla profondità necessaria.

Il sottofondo potrà essere costituito, secondo gli ordini della Direzione dei Lavori, da un massetto di calcestruzzo idraulico o cementizio o da un gretonato, di spessore minore di 4 cm in via normale, che dovrà essere gettato in opera a tempo debito per essere lasciato stagionare per almeno 10 giorni. Prima della posa del pavimento le lesioni eventualmente manifestatesi nel sottofondo saranno riempite e stuccate con un beverone di calce o cemento, e quindi vi si stenderà, se prescritto, lo spianato di calce idraulica (camicia di calce) dello spessore da 1,5 a 2 cm. Nel caso che si richiedesse un massetto di notevole leggerezza la Direzione dei Lavori potrà prescrivere che sia eseguito in calcestruzzo in pomice.

Quando i pavimenti dovessero poggiare sopra materie comunque compressibili il massetto dovrà essere costituito da uno strato di conglomerato di congruo spessore, da gettare sopra un piano ben costipato e fortemente battuto, in maniera da evitare qualsiasi successivo cedimento.

### ***Pavimenti di laterizi***

I pavimenti in laterizi, sia con mattoni di piatto che di costa, sia con piastrelle, saranno formati distendendo sopra il massetto uno strato di malta crivellata, sul quale i laterizi si disporranno a filari paralleli, a spina di pesce, in diagonale, ecc. comprimendoli affinché la malta rifluisca nei giunti. Le connessioni devono essere allineate e stuccate con cemento e la loro larghezza non deve superare 3 mm per i mattoni e le piastrelle non arrotati, e 2 mm per quelli arrotati.

### ***Pavimenti in mattonelle di cemento con o senza graniglia***

Tali pavimenti saranno posati sopra un letto di malta cementizia normale, distesa sopra il massetto; le mattonelle saranno premute finché la malta rifluisca dalle connessioni. Le connessioni debbono essere stuccate con cemento e la loro larghezza non deve superare 1 mm.

Avvenuta la presa della malta i pavimenti saranno arrotondati con pietra pomice ed acqua o con mole carborundum o arenaria, a seconda del tipo, e quelli in graniglia saranno spalmati in un secondo tempo con una mano di cera, se richiesta.

### ***Pavimenti in mattonelle greificate***

Sul massetto in calcestruzzo di cemento, si distenderà uno strato di malta cementizia magra dello spessore di 2 cm, che dovrà essere ben battuto e costipato. Quando il sottofondo avrà preso consistenza si poseranno su di esso a secco le mattonelle a seconda del disegno o delle istruzioni che verranno impartite dalla Direzione. Le mattonelle saranno quindi rimosse e ricollocate in opera con malta liquida di puro cemento, saranno premute in modo che la malta riempia e sbocchi dalle connessioni e verranno stuccate di nuovo con malta liquida di puro cemento distesa sopra. Infine la superficie sarà pulita e tirata a lucido con segatura bagnata e quindi con cera. Le mattonelle greificate, prima del loro impiego, dovranno essere bagnate a rifiuto per immersione.

### ***Pavimenti in lastre di marmo***

Per i pavimenti in lastre di marmo si useranno le stesse norme stabilite per i pavimenti in mattonelle di cemento.

### ***Pavimenti in getto di cemento***

Sul massetto in conglomerato cementizio verrà disteso uno strato di malta cementizia grassa, dello spessore di 2 cm ed un secondo strato di cemento assoluto dello spessore di 5 mm, lisciato, rigato o rullato, secondo quanto prescriverà la Direzione dei lavori.

Sul sottofondo previamente preparato in conglomerato cementizio, sarà disteso uno strato di malta, composta di sabbia e cemento colorato giunti con lamine di zinco od ottone, dello spessore di 1 mm disposte a riquadri con lato non superiore a 1 m ed appoggiate sul sottofondo. Detto strato sarà battuto a rifiuto e rullato.

Per pavimenti a disegno di diverso colore, la gettata della malta colorata sarà effettuata adottando opportuni accorgimenti perché il disegno risulti ben delineato con contorni netti e senza soluzione di continuità.

Quando il disegno deve essere ottenuto mediante cubetti di marmo, questi verranno disposti sul piano di posa prima di gettare la malta colorata di cui sopra.

Le qualità dei colori dovranno essere adatte all'impasto, in modo da non provocarne la disgregazione; i marmi in scaglie tra 10 mm e 25 mm, dovranno essere non gessosi e il più possibile duri (giallo, rosso e bianco di Verona; verde, nero e rosso di Levanto; bianco, venato e bardiglio di Serravezza, ecc.).

I cubetti in marmo di Carrara dovranno essere pressoché perfettamente cubici, di 15 mm circa di lato, con esclusione degli smezzati; le fasce e le controfascie di contorno, in proporzione all'ampiezza dell'ambiente.

L'arrotatura sarà fatta a macchina, con mole di carborundum di grana grossa e fine, fino a vedere le scaglie nettamente rifinite dal cemento, poi con mole leggera, possibilmente a mano, e ultimate con due passate di olio di lino crudo, a distanza di qualche giorno, e con un'ulteriore mano di cera.

### ***Pavimenti con rivestimento lapideo***



I marmi possono venire posati su strato di allettamento cementizio o incollati direttamente al supporto. Lo strato di allettamento può essere usualmente costituito da una stesura di malta normale di cemento con aggiunta di calce grezza in ragione di m3 0,1 per m3 di impasto.

I procedimenti di lucidatura e levigatura in opera devono necessariamente venire differiti nel tempo rispetto alla posa onde evitare che tali trattamenti, che prevedono normalmente l'impiego di forti quantità di acqua e fango, possano provocare degradi alla superficie lucidata così come alla superficie muraria al contorno.

Alla posa con collante (normalmente composto da impasto di cemento e resine idrosolubili) possono venire facilmente assoggettati i rivestimenti a "tutto marmo".

In questi casi, dato il ridotto spessore dello strato di collegamento impiegato (3-4 mm) si deve operare su sottofondi particolarmente livellati e comunque resistenti, in grado di assorbire le sollecitazioni derivanti dai carichi cui la pavimentazione verrà sottoposta in fase di esercizio.

Nelle situazioni previste in modelli risolutivi isolati termicamente o acusticamente, lo strato di supporto della pavimentazione lapidea dovrà essere costituito non da un semplice strato di livellamento, ma da un vero e proprio strato di ripartizione dei carichi.

Nel caso di pavimentazione con rivestimento lapideo posato su strato legante cementizio con tecnica convenzionale, non si deve trascurare l'esigenza di frazionare la pavimentazione con giunti di dilatazione estesi a tutto lo spessore dello strato di allettamento, in campi non superiori ai m2 di superficie; da ridurre ulteriormente nel caso di pavimentazioni contenenti impianti di riscaldamento di tipo radiante.

### ***Pavimenti a bolle-tonato***

Su di un ordinario sottofondo si distenderà uno strato di malta cementizia normale, per lo spessore minimo di 1,5 cm sul quale verranno posti a mano pezzami di marmo colorato di varie qualità, di dimensioni e forme atte allo scopo e precedentemente approvati dalla Direzione dei Lavori. Essi saranno disposti in modo da ridurre al minimo gli interspazi di cemento. Su tale strato di pezzami di marmo, sarà gettata una boiacca di cemento colorato, distribuita bene ed abbondantemente sino a rigurgito, in modo che ciascun pezzo di marmo venga circondato da tutti i lati dalla malta stessa. Il pavimento sarà poi rullato. Verrà eseguita una duplice arrotatura a macchina con mole di carborundum di grana grossa e fina ed eventualmente la lucidatura a piombo.

### ***Pavimenti in legno ("parquet")***

Tali pavimenti dovranno essere eseguiti con legno ben stagionato e profilato di tinta e grana uniforme. Le doganelle unite a maschio e femmina, saranno chiodate sopra un'orditura di listelli ad interasse non superiore a 35 cm.

L'orditura di listelli sarà fissata al sottofondo mediante grappe di ferro opportunamente murate.

Lungo il perimetro degli ambienti dovrà collocarsi un coprifilo in legno all'unione tra pavimento e pareti.

La posa in opera si effettuerà solo dopo il completo prosciugamento del sottofondo. Le precauzioni da adottarsi in questi casi consigliano di evitare la posa in presenza di valori di umidità del supporto superiori al 14%.

Accanto allo strato di supporto vero e proprio dovranno inoltre venire analizzate anche natura e condizioni degli strati sottostanti, con particolare riferimento ad eventuali strati di livellamento, frequentemente realizzati in impasti di calcestruzzo particolarmente porosi ed imbibibili o allo stesso impalcato strutturale anch'esso costituito da alleggerimenti con cavità molto adatte a ritenere l'acqua di costruzione.

È necessario quindi evitare in ogni modo il contatto della pavimentazione con gli elementi umidi del sistema attraverso l'impiego di strati separatori continui posati al di sotto dello strato di supporto. Per tali strati occorre seguire alcune prescrizioni quali: saldatura tra i teli, risvolti in corrispondenza di elementi verticali (pilastri) o in corrispondenza di attraversamenti impiantistici.

Accanto a queste misure d'ordine generale, andranno collocate scelte specifiche rivolte a consentire, perimetralmente al sistema di pavimentazione, il recupero degli incrementi dimensionali dovuti alla eventuale dilatazione attraverso la realizzazione dei giunti di dilatazione, o alla eliminazione di possibili attrezzamenti impiantistici nel supporto con particolare riferimento alle canalizzazioni, per le quali può essere prevedibile l'insorgere di fenomeni di condensazione superficiale.

La posa dovrà essere fatta a perfetta regola d'arte, senza discontinuità, gibbosità od altro; le doghe saranno disposte a spina di pesce con l'interposizione di bindelli fra il campo e la fascia di quadratura.

I pavimenti di parquet dovranno essere lavati e lucidati con doppia spalmatura di cera, da eseguirsi l'una a lavoro ultimato, l'altra all'epoca che sarà fissata dalla Direzione dei Lavori.

### ***Pavimenti d'asfalto***

Il sottofondo dei pavimenti in asfalto sarà formato con conglomerato cementizio dosato a 250 kg. Su di esso sarà colato uno strato dell'altezza di 4 cm di pasta d'asfalto, risultante dalla fusione del mastice d'asfalto naturale e bitume, mescolati a ghiaietta o graniglia nelle proporzioni di 50 parti di asfalto, quattro di bitume e 46 di ghiaietta passata tra vagli di 5 e 10 mm. La ghiaietta sarà ben lavata, assolutamente pura ed asciutta.

Nella fusione i componenti saranno ben mescolati perché l'asfalto non carbonizzi e l'impasto diventi omogeneo.

L'asfalto sarà disteso a strati di 2 cm di spessore ognuno a giunti sfalsati. Sopra l'asfalto appena disteso, mentre è ben caldo, si spargerà della sabbia silicea di granulatura uniforme la quale verrà battuta e ben incorporata nello strato asfaltico.

### ***Pavimenti in linoleum***

Speciale cura si dovrà adottare per la preparazione dei sottofondi, che potranno essere costituiti da impasto di cemento e sabbia, o di gesso e sabbia.

La superficie superiore del sottofondo dovrà essere perfettamente piana e liscia, togliendo gli eventuali difetti con stuccatura a gesso.

L'applicazione del linoleum dovrà essere fatta su sottofondo perfettamente asciutto; nel caso in cui per ragioni di assoluta urgenza non si possa attendere il perfetto prosciugamento del sottofondo, esso sarà protetto con vernice speciale detta antiumido.

Quando il linoleum debba essere applicato sopra a vecchi pavimenti, si dovranno innanzitutto fissare gli elementi del vecchio pavimento che non siano fermi, indi si applicherà su di esso uno strato di gesso dello spessore da 2 a 4 mm, sul quale verrà fissato il linoleum.

L'applicazione del linoleum, dovrà essere fatta da operai specializzati, con mastice di resina o con altre colle speciali. Il linoleum dovrà essere incollato su tutta la superficie e non dovrà presentare rigonfiamenti od altri difetti di sorta.

La pulitura dei pavimenti di linoleum dovrà essere fatta con segatura (esclusa quella di castagno), inumidita con acqua dolce leggermente saponata, che verrà passata e ripassata sul pavimento fino ad ottenere pulitura. Dovrà poi il pavimento essere asciugato passandovi sopra segatura asciutta e pulita, e quindi strofinato con stracci imbevuti con olio di lino cotto. Tale

ultima applicazione contribuirà a mantenere la plasticità e ad aumentare l'impermeabilità del linoleum.

### ***Pavimenti con rivestimento tessile***

La realizzazione di pavimentazioni con rivestimento tessile adotta criteri di posa che vanno dall'incollaggio totale dei teli, al tensionamento mediante fissaggio perimetrale su listelli chiodati o nastro biadesivo.

Il supporto deve essere il più possibile regolare, per evitare che risalti o eventuali interruzioni di continuità con dislivelli fra le parti provochino, con la pedonalizzazione del sistema di pavimentazione, punti di usura privilegiati.

Discontinuità possono essere dovute all'insorgere di fessurazioni ad opera di canalizzazioni annegate nello strato di supporto o a cedimenti localizzati per la sottostante presenza di stratificazioni compressibili.

### ***Pavimenti sopraelevati***

In fase di determinazione per lo sviluppo planimetrico degli ambienti, è bene operare un coordinamento dimensionale delle superfici in modo da favorire l'impiego di elementi tutti della medesima gamma dimensionale e di evitare eventuali aggiustamenti lungo le zone perimetrali.

Un particolare problema è rappresentato dalla concentrazione dei carichi lungo il sistema di appoggi discreti in tutte quelle situazioni in cui o per la realizzazione della pavimentazione sopraelevata su pavimentazione preesistente o per la scelta di operare con stratificazioni funzionali già nel pacchetto degli strati componenti la partizione orizzontale (inserimento di strati termocoibenti, o di ammortizzazione) non ci si trovi in condizioni di avere supporti sufficientemente resistenti.

In questi casi è possibile operare sia attraverso l'impiego di strati di ripartizione dei carichi più o meno armati, che tuttavia incidono negativamente aumentando il carico permanente previsto dal sistema strutturale, sia attraverso un aumento delle superfici di appoggio delle singole colonne.

### ***Pavimentazione in grigliato metallico***

La posa potrà andare dal semplice accostamento e giustapposizione degli elementi, al loro fissaggio, tramite bullonatura o sistemi di ancoraggio necessari mediante staffe e casellotti metallici, all'inserimento di supporti elastici per l'ammortizzazione dei rumori d'urto.

### ***Pavimentazione con rivestimento resiliente***

La posa potrà andare dal semplice accostamento e giustapposizione degli elementi, al loro fissaggio.

### ***Rivestimenti di pareti***

I rivestimenti in materiale di qualsiasi genere dovranno essere eseguiti a perfetta regola d'arte, con il materiale prescelto dall'Amministrazione appaltante, e conformemente ai campioni che verranno volta a volta eseguiti, a richiesta della Direzione dei Lavori.

Particolare cura dovrà porsi nella posizione in sito degli elementi, in modo che questi a lavoro ultimato risultino perfettamente aderenti al retrostante intonaco.

Pertanto, i materiali porosi prima del loro impiego dovranno essere immersi nell'acqua fino a saturazione, e dopo aver abbondantemente inaffiato l'intonaco delle pareti, alle quali deve applicarsi il rivestimento, saranno allettati con malta cementizia normale, nelle qualità necessarie e sufficienti.

Gli elementi del rivestimento dovranno perfettamente combaciare fra loro e le linee dei giunti, debitamente stuccate con cemento bianco o diversamente colorato, dovranno risultare, a lavoro ultimato, perfettamente allineate. I rivestimenti dovranno essere convenientemente lavati e puliti.

L'applicazione del linoleum alle pareti sarà fatta nello stesso modo che per i pavimenti, avendo, anche per questo caso, cura di assicurarsi che la parete sia ben asciutta.

#### **ART. 759 SISTEMAZIONI A VERDE**

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'Imprenditore edile 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.

Per la realizzazione di aiuole, viali, ecc. si provvede al tracciamento previa redazione del piano quotato, quindi all'eventuale scasso, formazione di cassonetto dell'altezza prestabilita ed asportazione della terra di risulta.

Le zone da sistemare a prato, dopo l'esecuzione del cassonetto, devono essere sacrificate o vangate e pulite con asportazione di qualsiasi elemento non idoneo; quindi si deve provvedere alla fornitura di ottima terra di coltura per il riempimento del cassonetto per le aiuole e delle buche per messa a dimora di elementi vegetativi.

Lo spessore minimo della terra di coltura, dopo il costipamento naturale e quando si renda necessaria una scarica completa, non deve essere mai inferiore a 40 cm.

In corrispondenza dei viali, vialetti e piazzali, i cassonetti devono essere riempiti con materiale inerte (terra bianca, mista, ghiaia) per uno spessore compreso fra 25 e 40 cm fino al raggiungimento delle quote prestabilite.

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 zone ove è prevista la sistemazione a prato, si deve procedere alla vangatura con ripetute fresature del terreno, che deve essere mondato da ciottoli, sassi, erbe infestanti e quant'altro non idoneo per la sistemazione suddetta.

Dopo adeguato trattamento con concime naturale o chimico, secondo prescrizioni, si procede alla semina e successiva rastrellatura e rullatura del terreno.

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. Queste vengono realizzate con elementi retti o curvi in cemento, ciottoli, pietra naturale, con sottofondo e/o rinfiando in calcestruzzo e malta di cemento.

Il materiale inerte riportato in corrispondenza dei viali, vialetti e piazzali, dopo la stesa deve essere sufficientemente compresso (e se del caso ricaricato) con adeguati mezzi meccanici; sul piano così costipato verrà steso, su tutta la superficie, ghiaietto o pietrischetto di 5-10 mm di pezzatura per uno spessore di 3-4 cm.

Tutte le opere sopradescritte si computano nelle loro dimensioni effettive a metro quadrato, metro lineare, a numero od a peso.

### **Manutenzione degli spazi verdi**

La manutenzione degli spazi verdi viene appaltata con contratto particolare, però qualora sia stato eseguito un nuovo impianto di sistemazione a verde, all'appaltatore dello stesso compete un primo anno di manutenzione gratuita dalla data del verbale di ultimazione dei lavori.

Nel caso di appalto di manutenzione, possono essere ordinati all'Imprenditore edile rinnovi di piantagioni, nuove opere, anche di limitata entità.

Le opere di manutenzione prevedono:

- concimazioni chimiche;
- innaffiamenti;
- rifacimenti di aree erbose a scarsa vegetazione o dissesti da interventi sulle aree stesse;
- raccolta ed asporto dei sassi, materiali vari inerti giacenti sulle aiuole;
- fornitura e stesa terra di colture per l'eliminazione di avvallamenti e assestamenti;
- pulizia di aiuole e cortili in terra battuta da foglie;
- tagli e tosatura tappeti erbosi: sono previsti secondo necessità da un minimo di tre ad un massimo di cinque interventi per anno.

Il taglio dell'erba sarà eseguito esclusivamente con mezzi meccanici a lama rotante e/o con trituratori a coltelli, salvo diverse disposizioni impartite dalla Direzione dei Lavori ed integrati con altri attrezzi atti a completare l'operazione. Ad ogni intervento i bordi delle aiuole dovranno essere rifiniti nei particolari ed eseguita la spollonatura.

I materiali di risulta saranno allontanati e trasportati alle discariche autorizzate entro e non oltre il secondo giorno successivo alla esecuzione delle varie operazioni. Qualora per necessità operativa, l'Imprenditore edile dovesse sporcare strade e aree comuni, sarà tenuto a pulirle senza compenso. Qualora i residui erbosi, provenienti dallo sfalcio, risultano minuti od in quantità non eccessiva, la raccolta non sarà eseguita e pertanto non compensata.

## **ART. 760**

### **IMPERMEABILIZZAZIONI E COPERTURE PIANE**

#### **760.1 Generalità**

I prodotti per impermeabilizzazioni e per coperture piane sono sotto forma di:

- membrane in fogli e/o rotoli da applicare a freddo o a caldo, in fogli singoli o pluristrato;
- prodotti forniti in contenitori (solitamente liquidi e/o in pasta) da applicare a freddo o a caldo su eventuali armature (che restano inglobate nello strato finale) fino a formare in sito una membrana continua.

#### **NORME DI RIFERIMENTO**

**UNI 8178** - Edilizia. Coperture. Analisi degli elementi e strati funzionali;

**UNI EN 1504-1** - *Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo - Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità - Parte 1: Definizioni;*

**UNI EN 1504-2** - *Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo - Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità - Parte 2: Sistemi di protezione della superficie di calcestruzzo;*

**UNI EN 1504-3** - *Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo - Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità - Parte 3: Riparazione strutturale e non strutturale.*

## **760.2 Classificazione delle membrane**

Le membrane si classificano in base:

a) al materiale componente, per esempio:

- bitume ossidato fillerizzato;
- bitume polimero elastomero;
- bitume polimero plastomero;
- etilene propilene diene;
- etilene vinil acetato, ecc.

b) al materiale di armatura inserito nella membrana, per esempio:

- armatura vetro velo;
- armatura poliammide tessuto;
- armatura polipropilene film;
- armatura alluminio foglio sottile, ecc.

c) al materiale di finitura della faccia superiore, per esempio:

- poliestere film da non asportare;
- polietilene film da non asportare;
- graniglie, ecc.

d) al materiale di finitura della faccia inferiore, per esempio:

- poliestere non tessuto;
- sughero;
- alluminio foglio sottile, ecc.

## **760.3 Membrane a base di elastomeri e di plastomeri**

### **760.3.1 Tipologie**

I tipi di membrane base di elastomeri e di plastomeri sono:

- membrane in materiale elastomerico senza armatura (si definisce *materiale elastomerico* un materiale che sia fondamentalmente elastico anche a temperature superiori o inferiori a quelle di normale impiego e/o che abbia subito un processo di reticolazione (per esempio gomma vulcanizzata);
- membrane in materiale elastomerico dotate di armatura (si definisce *materiale elastomerico* un materiale che sia relativamente elastico solo entro un intervallo di temperatura corrispondente generalmente a quello di impiego, ma che non abbia subito alcun processo di reticolazione, come per esempio cloruro di polivinile plastificato o altri materiali termoplastici flessibili o gomme non vulcanizzate;
- membrane in materiale plastomerico flessibile senza armatura;
- membrane in materiale plastomerico flessibile dotate di armatura;
- membrane in materiale plastomerico rigido (per esempio polietilene ad alta o bassa densità, reticolato o non, polipropilene);
- membrane polimeriche a reticolazione posticipata (per esempio polietilene clorosolfanato) dotate di armatura;
- membrane polimeriche accoppiate (membrane polimeriche accoppiate o incollate sulla faccia interna ad altri elementi aventi funzioni di protezione o altra funzione particolare, comunque non di tenuta. In questi casi, quando la parte accoppiata all'elemento polimerico impermeabilizzante ha importanza fondamentale per il comportamento in opera della membrana, le prove devono essere eseguite sulla membrana come fornita dal produttore).

### 760.3.2 Classi di utilizzo

Le classi di utilizzo delle membrane base di elastomeri e di plastomeri sono le seguenti:

- classe A: membrane adatte per condizioni eminentemente statiche del contenuto (per esempio bacini, dighe, sbarramenti, ecc.);
- classe B: membrane adatte per condizioni dinamiche del contenuto (per esempio canali, acquedotti, ecc.);
- classe C: membrane adatte per condizioni di sollecitazioni meccaniche particolarmente gravose, concentrate o no (per esempio fondazioni, impalcati di ponti, gallerie, ecc);
- classe D: membrane adatte anche in condizioni di intensa esposizione agli agenti atmosferici e/o alla luce;
- classe E: membrane adatte per impieghi in presenza di materiali inquinanti e/o aggressivi (per esempio discariche, vasche di raccolta e/o decantazione, ecc.);
- classe F: membrane adatte per il contatto con acqua potabile o sostanze di uso alimentare (per esempio acquedotti, serbatoi, contenitori per alimenti, ecc.).

Nell'utilizzo delle membrane polimeriche per impermeabilizzazione, possono essere necessarie anche caratteristiche comuni a più classi.

### 760.3.3 Accettazione

Le membrane a base di elastomeri e di plastomeri devono rispettare le caratteristiche previste dalle varie parti della norma **UNI 8898**, anche se attualmente ritirata senza sostituzione.

## M – PRESCRIZIONI TECNICHE DI ORDINE GENERALE

### ART. 61

#### RILIEVI, TRACCIATI E CAPISALDI

##### 61.1 Rilievi

L'esecuzione dei lavori deve essere preceduta dal rilievo planimetrico dello stato di fatto da parte e a spese dell'esecutore e in contraddittorio con la direzione dei lavori.

Il rilievo è necessario per la quantificazione delle opere di scavo a sezione obbligata o di sbancamento e di movimento terra in generale.

##### 61.2 Tracciati

L'esecuzione delle opere di fondazione deve essere preceduta dal tracciamento sul terreno delle strutture portanti alla quota indicata dal progetto esecutivo.

##### 61.3 Capisaldi di livellazione

Unitamente agli occorrenti disegni di progetto esecutivo, in sede di consegna sarà fornito all'appaltatore l'elenco dei capisaldi di livellazione a cui si dovrà riferire nell'esecuzione dei lavori. La verifica di tali capisaldi dovrà essere effettuata con tempestività, in modo che non oltre sette giorni dalla consegna possano essere segnalate alla direzione dei lavori eventuali difformità riscontrate.

L'appaltatore è responsabile della conservazione dei capisaldi che non può rimuovere senza preventiva autorizzazione del direttore dei lavori

Per tutte le operazioni di livellazione, limitatamente a quanto non indicato espressamente nel presente capitolato, vige l'obbligo di riferirsi al testo intitolato *Guida alla progettazione e all'esecuzione delle livellazioni geometriche* della Commissione geodetica italiana (IGM, 1974), che viene a far parte del presente capitolato speciale d'appalto.

Il percorso della livellazione dovrà sempre consentire il controllo delle misure. Se la livellazione ha come scopo la determinazione di quote, la linea da istituire dovrà essere collegata a uno o più capisaldi preesistenti. In tal caso dovrà essere verificato che i dislivelli sui tratti contigui al caposaldo considerato siano rimasti invariati. La scelta del caposaldo da utilizzarsi deve essere comunque autorizzata dalla direzione dei lavori. La fase di segnalizzazione dei capisaldi e quella di misura devono essere separate da un adeguato intervallo di tempo, per consentire ai capisaldi di assumere un assetto stabile.

#### **61.4 Strumentazione**

Per tutti i lavori topografici dovranno essere utilizzati teodoliti con approssimazione angolare al secondo centesimale, accoppiati a distanziometri elettronici di precisione non inferiore a  $5 \text{ mm} \pm 10 E - 6 \cdot D$  (con  $D$  Despressa in km). In alternativa, è possibile utilizzare la total station con prestazioni analoghe.

Per quanto riguarda le quote si dovranno utilizzare dei livelli di precisione (autolivelli).

La strumentazione deve essere verificata prima dell'inizio delle operazioni di tracciamento.

#### **ART. 62**

#### **PROGRAMMA ESECUTIVO DEI LAVORI**

Entro 10 giorni dalla data del verbale di consegna dei lavori, l'appaltatore deve predisporre e consegnare alla direzione lavori un programma esecutivo dei lavori, elaborato in relazione alle proprie tecnologie, alle proprie scelte imprenditoriali e alla propria organizzazione lavorativa.

Tale programma dovrà essere coerente con i tempi contrattuali di ultimazione e deve essere approvato dalla direzione dei lavori, mediante apposizione di un visto, entro cinque giorni dalla data di ricevimento. Trascorso il predetto termine senza che la direzione dei lavori si sia pronunciata, il programma si intenderà accettato, fatte salve evidenti illogicità o indicazioni erronee palesemente incompatibili con il rispetto dei termini di ultimazione.

#### **ART. 63**

#### **ONERI A CARICO DELL'APPALTATORE. IMPIANTO DEL CANTIERE E ORDINE DEI LAVORI**

##### **63.1 Impianto del cantiere**

L'appaltatore dovrà provvedere all'impianto del cantiere non oltre il termine di 20 giorni dalla data del verbale di consegna dei lavori.

##### **63.2 Vigilanza del cantiere**

**Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per la vigilanza e guardia sia diurna che notturna del cantiere**, nel rispetto dei provvedimenti antimafia, e la custodia di tutti i materiali, impianti e mezzi d'opera esistenti nello stesso (siano essi di pertinenza dell'appaltatore, del committente o di altre ditte) nonché delle opere eseguite o in corso di esecuzione.

Ai sensi dell'art. 22 della legge 13 settembre 1982 n. 646, la custodia dei cantieri installati per la realizzazione di opere pubbliche deve essere affidata a persone provviste della qualifica di guardia particolare giurata.

In caso di inosservanza, si incorrerà nelle sanzioni previste dal comma 2 del citato art. 22 della legge n. 646/1982.

Tale vigilanza si intende estesa anche al periodo intercorrente tra l'ultimazione e il collaudo provvisorio dei lavori, salvo l'anticipata consegna delle opere alla stazione appaltante e per le sole opere consegnate.

Sono altresì a carico dell'appaltatore gli oneri per la vigilanza e guardia del cantiere nei periodi di sospensione dei lavori, purché non eccedenti un quarto della durata complessiva prevista per l'esecuzione dei lavori stessi e comunque quando non superino sei mesi complessivi.

Fermo restando l'obbligo della vigilanza nei periodi eccedenti i termini fissati in precedenza, ne verranno riconosciuti i maggiori oneri, sempre che l'appaltatore non richieda e ottenga di essere sciolto dal contratto.

##### **63.3 Locale ufficio di direzione dei lavori**

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per la fornitura di locali uso ufficio (in muratura o prefabbricati) idoneamente rifiniti e forniti dei servizi necessari alla permanenza e al lavoro di ufficio della direzione dei lavori.

Tale ufficio deve essere adeguatamente protetto da dispositivi di allarme e antintrusione, climatizzato, nonché dotato di strumenti (fax, fotocopiatrice, computer, software, ecc).



I locali saranno realizzati nel cantiere o in luogo prossimo, stabilito o accettato dalla direzione dei lavori, la quale disporrà anche il numero degli stessi e le attrezzature di dotazione.

Il locale deve essere idoneamente allacciato alle normali utenze (luce, acqua, fognatura, telefono).

#### **63.4 Ordine dell'esecuzione dei lavori**

In linea generale, l'appaltatore avrà facoltà di sviluppare i lavori nel modo a lui più conveniente per darli perfettamente compiuti nel termine contrattuale purché a giudizio della direzione dei lavori ciò non riesca pregiudizievole alla buona riuscita delle opere e agli interessi della stazione appaltante.

Questa ad ogni modo si riserva il diritto di stabilire la precedenza o il differimento di un determinato tipo di lavoro o l'esecuzione entro un congruo termine perentorio senza che l'appaltatore possa rifiutarsi o richiedere particolari compensi. In questo caso, la disposizione dell'amministrazione co-stituirà variante al programma dei lavori.

#### **63.5 Fornitura di notizie statistiche sull'andamento dei lavori**

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per la fornitura di notizie statistiche sull'andamento dei lavori per periodi quindicinali a decorrere dal sabato immediatamente successivo alla consegna degli stessi, come di seguito specificato:

- numero degli operai impiegati, distinti nelle varie categorie, per ciascuno dei 15 giorni, con le relative ore lavorative;

- genere di lavoro eseguito nei 15giorni in cui non si è lavorato e cause relative.

Dette notizie devono pervenire alla direzione dei lavori non oltre il mercoledì immediatamente successivo al termine dei 15 giorni, stabilendosi una penale di 25,82 euro per ogni giorno di ritardo.

#### **63.6 Cartelli indicatori**

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per la fornitura di cartelli indicatori e la relativa installazione nel sito o nei siti indicati dalla direzione dei lavori entro cinquegiorni dalla data di consegna dei lavori. I cartelloni, delle dimensioni minime di 1 m □ 2 m, recheranno impresse a colori indelebili le diciture riportate con le eventuali modifiche e integrazioni necessarie per adattare ai casi specifici.

Nello spazio per l'aggiornamento dei dati devono essere indicate le sospensioni e le interruzioni intervenute nei lavori, le relative motivazioni, le previsioni di ripresa e i nuovi tempi.

Tanto i cartelli quanto le armature di sostegno devono essere eseguiti con materiali di adeguata resi-stenza meccanica, resistenti agli agenti atmosferici, di decoroso aspetto e mantenuti in ottimo stato fino al collaudo tecnico-amministrativo dei lavori.

Per la mancanza o il cattivo stato del prescritto numero di cartelli indicatori, sarà applicata all'ap-paltatore una penale di euro 1000,00(mille,00). Sarà, inoltre, applicata una penale giornaliera di euro 100,00(cento,00) dal giorno della constatata inadempienza fino a quello dell'apposizione o riparazione del cartello mancante o deteriorato. L'importo delle penali sarà addebitato sul certificato di pagamento in acconto, successivo all'inadempienza.

#### **63.7 Oneri per le pratiche amministrative**

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per le pratiche presso amministrazioni ed enti per permessi, licenze, concessioni, autorizzazioni per opere di presidio, occupazioni temporanee di suoli pubblici o privati, apertura di cave di prestito, uso di discariche, interruzioni provvisorie di pubblici servizi, attraversamenti, cautelamenti, trasporti speciali nonché le spese a esse relative per tasse, diritti, indennità, canoni, cauzioni, ecc.

In difetto rimane a esclusivo carico dell'appaltatore ogni eventuale multa o contravvenzione nonché il risarcimento degli eventuali danni.

#### **63.8 Osservanza di leggi e norme tecniche**

L'esecuzione dei lavori in appalto nel suo complesso è regolata dal presente capitolato speciale d'appalto e, per quanto non in contrasto con esso o in esso non previsto e/o specificato, valgono le norme, le disposizioni e i regolamenti appresso richiamati.

## **TESTO UNICO EDILIZIA**

**D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380** - *Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di edilizia.*

## **NORME TECNICHE STRUTTURALI**

**Legge 5 novembre 1971, n. 1086** - *Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso e a struttura metallica;*

**Legge 2 febbraio 1974, n. 64**- *Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;*

**C.M. 9 gennaio 1980, n. 20049** - *Legge 5 novembre 1971, n. 1086. Istruzioni relative ai controlli sul conglomerato cementizio adoperato per le strutture in cemento armato;*

**D.M. 20 novembre 1987** - *Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento;*

**D.M. 11 marzo 1988** - *Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione;*

**C.M. 24 settembre 1988, n. 30483** - *Legge 2 febbraio 1974, n. 64, art. 1. D.M. 11 marzo 1988. Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione;*

**C.M. 4 gennaio 1989, n. 30787** - *Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo degli edifici in muratura e per il consolidamento;*

**C.M. 16 marzo 1989, n. 31104** - *Legge 2 febbraio 1974, n. 64, art. 1. Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate;*

**D.M. 9 gennaio 1996**- *Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione e il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche;*

**D.M. 16 gennaio 1996** - *Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche;*

**D.M. 16 gennaio 1996** - *Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi;*

**C.M. 4 luglio 1996, n. 156 AA.GG/STC** - *Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi, di cui al D.M. 16 gennaio 1996;*

**C.M. 15 ottobre 1996, n. 252 AA.GG./S.T.C.** - *Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione e il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche, di cui al D.M. 9 gennaio 1996;*

**C.M. 29 ottobre 1996** - *Istruzioni generali per la redazione dei progetti di restauro nei beni architettonici di valore storico-artistico in zona sismica;*

**C.M. 10 aprile 1997, n. 65/AA.GG.** - *Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche, di cui al D.M. 16 gennaio 1996;*

**C.M. 14 dicembre 1999, n. 346/STC** - *Legge 5 novembre 1971, n. 1086, art. 20. Concessione ai laboratori per prove sui materiali da costruzione;*

**Ord. P.C.M. 20 marzo 2003, n. 3274** - *Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica;*

**D.M. 14 settembre 2005** - *Norme tecniche per le costruzioni;*

**D.M. 14 gennaio 2008**- *Approvazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni;*

**D.M. 6 maggio 2008**- *Integrazione al decreto 14 gennaio 2008 di approvazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni.*

## **PRODOTTI DA COSTRUZIONE**

**D.P.R. 21 aprile 1993, n. 246**- *Regolamento di attuazione della direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da costruzione;*

**D.M. 9 maggio 2003, n. 156** - *Criteri e modalità per il rilascio dell'abilitazione degli organismi di certificazione, ispezione e prova nel settore dei prodotti da costruzione, ai sensi dell'articolo 9, comma 2, del D.P.R. 21 aprile 1993, n. 246;*

**D.M. 5 marzo 2007** - *Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla*

*individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità di «Isolanti termici per edilizia»;*

**D.M. 5 marzo 2007-** *Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità di «Accessori per serramenti»;*

**D.M. 5 marzo 2007-** *Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità dei «Sistemi fissi di estinzione incendi. Sistemi equipaggiati con tubazioni»;*

**D.M. 5 marzo 2007-** *Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità di «Sistemi per il controllo di fumo e calore»;*

**D.M. 5 marzo 2007 -** *Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità dei «Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio»;*

**D.M. 5 marzo 2007-** *Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità delle «Installazioni fisse antincendio»;*

**D.M. 5 marzo 2007-** *Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità di «Sistemi fissi di lotta contro l'incendio. Sistemi a polvere»;*

**D.M. 5 marzo 2007-** *Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità per gli «Impianti fissi antincendio. Componenti per sistemi a CO<sub>2</sub>»;*

**D.M. 5 marzo 2007-** *Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità per i «Sistemi fissi di lotta contro l'incendio. Componenti di impianti di estinzione a gas»;*

**D.M. 11 aprile 2007 -** *Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità di aggregati;*

**D.M. 11 aprile 2007-** *Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità di appoggi strutturali;*

**D.M. 11 aprile 2007 -** *Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità di geotessili e prodotti affini.*

#### **PREVENZIONE INCENDI**

**D.M. 15 settembre 2005 -** *Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per i vani degli impianti di sollevamento ubicati nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi;*

**D.M. 16 febbraio 2007-** *Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione;*

**D.M. 9 marzo 2007-** *Prestazioni di resistenza al fuoco delle costruzioni nelle attività soggette al controllo del Corpo nazionale dei Vigili del Fuoco.*

#### **IMPIANTI ALL'INTERNO DEGLI EDIFICI**

**Legge 5 marzo 1990, n. 46-** *Norme per la sicurezza degli impianti;*

**D.M. 22 gennaio 2008, n. 37-** *Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici;*

**C.M. 27 febbraio 2007, n. 11411** - Utilizzazione di raccordi a pressare in reti di adduzione di gas negli edifici civili.

#### **RENDIMENTO ENERGETICO NELL'EDILIZIA**

**D.M. 27 luglio 2005** - Norma concernente il regolamento d'attuazione della legge 9 gennaio 1991, n. 10 (articolo 4, commi 1 e 2), recante norme per l'attuazione del piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia;

**D.Lgs. 19 agosto 2005, n. 192** - Attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia.

**D.Lgs. 29 dicembre 2006, n. 311** - Disposizioni correttive e integrative al decreto legislativo n. 192 del 2005, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia;

**D.P.R. 2 aprile 2009, n. 59** - Regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia.

#### **BARRIERE ARCHITETTONICHE**

**Legge 9 gennaio 1989, n. 13** - Disposizioni per favorire il superamento e l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici privati;

**D.M. 14 giugno 1989, n. 236** - Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche;

**D.P.R. 24 luglio 1996, n. 503** - Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche, negli edifici, spazi e servizi pubblici.

#### **ESPROPRIAZIONE PER PUBBLICA UTILITÀ**

**D.P.R. 8 giugno 2001, n. 327** - Testo unico sulle disposizioni legislative e regolamentari in materia di espropriazioni per pubblica utilità.

#### **RIFIUTI E AMBIENTE**

**D.Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22** - Attuazione delle direttive 91/156/CEE sui rifiuti, 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62/CE sugli imballaggi e sui rifiuti di imballaggio;

**D.M. 8 maggio 2003, n. 203** - Norme affinché gli uffici pubblici e le società a prevalente capitale pubblico coprano il fabbisogno annuale di manufatti e beni con una quota di prodotti ottenuti da materiale riciclato nella misura non inferiore al 30% del fabbisogno medesimo;

**D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152** - Norme in materia ambientale;

**Legge 28 gennaio 2009, n. 2** - Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 29 novembre 2008, n. 185, recante misure urgenti per il sostegno a famiglie, lavoro, occupazione e impresa e per ridisegnare in funzione anti-crisi il quadro strategico nazionale.

#### **ACQUE**

**D.Lgs. 11 maggio 1999, n. 152** - Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole.

#### **BENI CULTURALI E DEL PAESAGGIO**

**D.Lgs. 22 gennaio 2004, n. 42** - Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'art. 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137.

#### **NUOVO CODICE DELLA STRADA**

**D.Lgs. 30 aprile 1992, n. 285** - Nuovo codice della strada.

#### **CONTRATTI PUBBLICI**

**D.M. 19 aprile 2000, n. 145** - Regolamento recante il capitolato generale d'appalto dei lavori pubblici, ai sensi dell'articolo 3, comma 5, della legge 11 febbraio 1994, n. 109, e successive modificazioni;

**Legge 21 dicembre 2001, n. 443** - Delega al governo in materia di infrastrutture e insediamenti produttivi strategici e altri interventi per il rilancio delle attività produttive;

**D.Lgs. 12 aprile 2006, n. 163** - Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE;

**D.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207-***Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163, recante «Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE».*

**SICUREZZA NEI LUOGHI DI LAVORO**

**D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81-***Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.*

**ART. 64**

**INTEGRAZIONE DEL PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA**

Il direttore dei lavori deve raccogliere in un fascicolo i documenti progettuali più significativi, la dichiarazione di conformità predetta (ed eventuali schede dei prodotti) nonché le istruzioni per la manutenzione ai fini dell'integrazione o dell'aggiornamento del piano di manutenzione dell'opera.

In riferimento al comma precedente, l'esecutore è obbligato a trasmettere al direttore dei lavori le istruzioni e/o le schede tecniche di manutenzione e di uso rilasciate dal produttore dei materiali o degli impianti tecnologici installati.

**N – LA SICUREZZA IN CANTIERE**

**ART. 65**

**LA SICUREZZA IN CANTIERE (D.LGS. 81/2008 E SUCCESSIVE MODIFICHE)**

**65.1 Oggetto delle norme**

Le presenti norme definiscono i compiti, i ruoli e le responsabilità dei diversi soggetti che concorreranno alla realizzazione dell'opera oggetto dell'appalto, in conformità alle leggi in materia di prevenzione degli infortuni e di tutela della salute dei lavoratori nei cantieri ed in particolare nel rispetto dell'art. 3 - Misure generali di tutela - del D.Lgs. 81/2008, del Piano di sicurezza e coordinamento (D.Lgs. 81/2008).

**65.2 Ammontare dell'appalto**

L'importo dei lavori riguardante l'appalto comprende le **somme a base d'asta soggette a ribasso** oltre alle **somme per oneri relativi ai piani di sicurezza** (desunti dalla stima dei costi per la sicurezza allegati al Piano di sicurezza e coordinamento), **non soggetti al ribasso d'asta**. Tali somme come specificato nel piano di sicurezza comprendono:

- a) **Costi speciali:** (opere provvisorie, attrezzature, segnaletica ecc.)
- b) **Costi ordinari:** (oneri attinenti alla sicurezza compresi nelle singole voci dell'elenco prezzi di capitolato).

**65.3 Documenti riguardanti la “Sicurezza” che fanno parte del contratto d'appalto**

Fanno parte integrante del contratto d'appalto (oltre ai documenti progettuali) i seguenti documenti:

- a) il Piano di sicurezza e di coordinamento (art. 120 del D.Lgs. 81/2008 all. XV);
- b) il Fascicolo con le caratteristiche dell'opera art. 91 comma 1/b del D.Lgs. 81/2008 all. XVI;
- c) le presenti norme particolari.

**65.4 Obblighi ed oneri del Responsabile dei lavori**

Al **Responsabile dei lavori**, se designato, sono a carico i seguenti obblighi:

- 1. Valutare la durata del lavoro o delle singole fasi di lavoro;
- 2. Designare, se richiesto, contestualmente all'incarico di progettazione esecutiva dell'opera il **Coordinatore per la progettazione**, verificandone preventivamente i requisiti richiesti per legge;
- 3. Designare, se richiesto, prima dell'affidamento dei lavori il **Coordinatore per l'esecuzione dei lavori**, verificandone preventivamente i requisiti richiesti per legge;

4. Valutare il Piano di sicurezza e coordinamento ed il fascicolo;
5. Provvedere a comunicare all'impresa appaltatrice i nominativi dei Coordinatori per la progettazione e per l'esecuzione dei lavori;
6. Chiedere all'Appaltatore di attestare l'iscrizione alla camera di commercio, industria e artigianato;
7. Chiedere all'Appaltatore una dichiarazione contenente l'indicazione dei contratti collettivi applicati ai lavoratori dipendenti e la regolarità contributiva nei confronti degli Enti assicurativi e previdenziali;
8. Trasmettere all'organo di vigilanza territorialmente competente, prima dell'inizio dei lavori, la **notifica preliminare**;
9. Verificare l'operato dei Coordinatori allo scopo di stabilire che gli stessi adempiano agli obblighi posti a loro carico dalla legge.

#### 65.5 Obblighi ed oneri dell'Appaltatore

L'Appaltatore, entro trenta giorni dall'aggiudicazione e in ogni modo prima della consegna dei lavori, redige e consegna alla stazione appaltante (Committente):

un **Piano Operativo di sicurezza per quanto attiene alle proprie scelte autonome** e relative responsabilità nell'organizzazione del cantiere e nell'esecuzione dei lavori, da considerare "come un piano complementare di dettaglio" del Piano di sicurezza e di coordinamento. **Il Piano di sicurezza e coordinamento, e il Piano operativo di sicurezza** formano parte integrante del contratto d'appalto. Le proposte di modificazione o d'integrazione del Piano di sicurezza e coordinamento non possono costituire in alcun modo motivo di modifica dei prezzi contrattuali pattuiti.

#### 65.6 In particolare l'Appaltatore provvede a:

1. **nominare**, in accordo con le Imprese subappaltatrici, il direttore tecnico di cantiere e **comunicarlo** al committente ovvero al Responsabile dei lavori e al Coordinatore per l'esecuzione prima dell'inizio dei lavori;
2. consegnare copia del Piano di sicurezza e coordinamento ai rappresentanti dei propri lavoratori, almeno 10 giorni prima dell'inizio dei lavori;
3. promuovere un programma d'informazione e formazione dei lavoratori, con lo scopo di portare a conoscenza di tutti gli operatori del cantiere dei contenuti del Piano di sicurezza e coordinamento;
4. richiedere tempestivamente entro 10 giorni dalla firma dell'appalto disposizioni per quanto risulti omissivo, inesatto o discordante nelle tavole grafiche o nel Piano di sicurezza ovvero proporre modifiche al Piano di sicurezza nel caso in cui tali modifiche assicurino un maggiore grado di sicurezza, senza che ciò sia motivo di modifica o adeguamento dei prezzi concordati nel contratto;
5. dotare il cantiere dei servizi del personale prescritti dalla legge (mensa, spogliatoi, servizi igienici, docce, presidio sanitario, ecc.);
6. designare, prima dell'inizio dei lavori, i lavoratori addetti alla gestione dell'emergenza;
7. organizzare i necessari rapporti con i servizi pubblici competenti in materia di pronto soccorso, salvataggio, lotta antincendio e gestione dell'emergenza;
8. assicurare:
  - il mantenimento del cantiere in condizioni ordinarie e di soddisfacente salubrità;
  - la più idonea ubicazione delle postazioni di lavoro;
  - le più idonee condizioni di movimentazione dei materiali;
  - il controllo prima dell'entrata in servizio e la manutenzione d'ogni impianto che possa determinare situazioni di pericolo per la sicurezza e la salute dei lavoratori;
  - la più idonea sistemazione delle aree di stoccaggio e di deposito;
9. comunicare al Coordinatore per l'esecuzione, in funzione dell'evoluzione del cantiere, l'effettiva durata da attribuire ai vari tipi di lavoro, allo scopo di adeguare il programma lavori contenuto nel Piano di sicurezza e coordinamento;

10. disporre in cantiere d'idonee e qualificate maestranze, adeguatamente formate, in funzione delle necessità delle singole fasi lavorative, segnalando al Coordinatore per l'esecuzione dei lavori, l'eventuale personale tecnico ed amministrativo alle sue dipendenze destinato a coadiuvarlo;
11. rilasciare dichiarazione al Committente di aver provveduto alle assistenze, assicurazioni e previdenze dei lavoratori presenti in cantiere secondo le norme di legge e dei contratti collettivi di lavoro;
12. rilasciare dichiarazione al Committente di aver sottoposto i lavoratori, per i quali è prescritto l'obbligo e presenti in cantiere a sorveglianza sanitaria;
13. tenere a disposizione dei Coordinatori per la sicurezza in cantiere, del Committente ovvero del Responsabile dei lavori e degli organi di vigilanza, copia controfirmata della documentazione relativa alla progettazione e al piano di sicurezza;
14. fornire alle imprese subappaltanti e ai lavoratori autonomi presenti in cantiere:
  - adeguata documentazione, informazione e supporto tecnico- organizzativo;
  - le informazioni relative ai rischi derivanti dalle condizioni ambientali nelle immediate vicinanze del cantiere, dalle condizioni logistiche all'interno del cantiere, dalle lavorazioni da eseguire, dall'interferenza con altre;
15. assicurare l'utilizzo, da parte delle imprese subappaltatrici e dei lavoratori autonomi, d'impianti comuni, quali infrastrutture, mezzi logistici e di protezione collettiva, nonché le informazioni relative all'uso corretto;
16. cooperare con le imprese subappaltatrici e i lavoratori autonomi allo scopo di mettere in atto tutte le misure di prevenzione e protezione previste nel piano di sicurezza e coordinamento;
17. informare il Committente ovvero il Responsabile dei lavori e i Coordinatori per la sicurezza delle proposte di modifica ai piani di sicurezza formulate dalle imprese subappaltanti e dai lavoratori autonomi;
18. affiggere e custodire in cantiere una copia della notifica preliminare.

L'appaltatore è in ogni caso responsabile dei danni cagionati dall'inosservanza e trasgressione delle prescrizioni tecniche e delle norme di vigilanza e di sicurezza disposte dalle leggi e dai regolamenti vigenti.

#### **65.7 Obblighi ed oneri del Coordinatore per l'esecuzione dei lavori in cantiere**

Il Coordinatore per l'esecuzione dei lavori deve provvedere:

1. assicurare, tramite opportune azioni di coordinamento, l'applicazione delle disposizioni contenute nei Piani di sicurezza e di coordinamento;
2. adeguare i piani di sicurezza ed i fascicoli informativi in relazione all'evoluzione dei lavori ed alle eventuali modifiche intervenute;
3. organizzare tra i datori di lavoro, compresi i lavoratori autonomi, la cooperazione ed il coordinamento delle attività nonché la loro reciproca informazione;
4. verificare, nel caso siano presenti in cantiere più imprese, quanto previsto dagli accordi tra le parti sociali al fine di assicurare il coordinamento tra i rappresentanti per la sicurezza al fine di migliorare le condizioni di sicurezza nel cantiere;
5. proporre al Direttore dei Lavori, al Committente od al Responsabile dei lavori, in caso di gravi inosservanze delle norme di sicurezza, la sospensione dei lavori, l'allontanamento delle imprese o dei lavoratori autonomi dal cantiere o la risoluzione del contratto;
6. sospendere in caso di pericolo grave ed imminente le singole lavorazioni fino alla comunicazione scritta degli avvenuti adeguamenti effettuati dalle imprese interessate. Il Coordinatore per l'esecuzione dei lavori è tenuto ad istituire e mantenere un registro giornale per la sicurezza e coordinamento, all'interno del quale indicherà tutti i fatti salienti del cantiere. In particolare annoterà tutte le indicazioni fornite al Direttore tecnico di cantiere, alle imprese e ai lavoratori autonomi, le date e le risultanze delle riunioni di cantiere e quelle riguardanti la consultazione dei rappresentanti dei lavoratori.

Nello svolgere tali obblighi il Coordinatore per l'esecuzione deve provvedere a comunicare periodicamente al committente o al responsabile dei lavori l'effettivo andamento dei lavori.

#### **65.8 Obblighi ed oneri delle imprese subappaltatrici e dei lavoratori autonomi**

Le imprese subappaltatrici e i lavoratori autonomi devono:

1. rispettare ed attuare tutte le indicazioni contenute nei Piani di sicurezza e tutte le richieste del direttore tecnico di cantiere;
2. attenersi alle indicazioni fornite dal Coordinatore per l'esecuzione, ai fini della sicurezza;
3. utilizzare tutte le attrezzature di lavoro ed i dispositivi di protezione, individuale in conformità alla normativa vigente;
4. collaborare e cooperare tra loro e con l'Impresa appaltatrice che coordina i lavori;
5. informare l'appaltatore o il direttore tecnico di cantiere sui possibili rischi per gli altri lavoratori presenti in cantiere derivanti dalle proprie attività lavorative.

#### **65.9 Obblighi ed oneri del Direttore tecnico di cantiere per conto dell'Impresa**

È obbligo del Direttore tecnico di cantiere vigilare sull'osservanza dei piani di sicurezza (piano di sicurezza e coordinamento, piano operativo o piano sostitutivo nel caso in cui non sono previsti i precedenti).

In particolare, il Direttore tecnico di cantiere deve:

1. gestire ed organizzare il cantiere in modo da garantire la sicurezza e la salute dei lavoratori;
2. osservare e far osservare a tutte le maestranze presenti in cantiere, le prescrizioni contenute nei Piani per la sicurezza e nei presenti articoli e le indicazioni ricevute dal Coordinatore per l'esecuzione dei lavori;
3. allontanare dal cantiere coloro che risultassero in condizioni psicofisiche non idonee o che si comportassero in modo tale da compromettere la propria sicurezza e quella degli altri addetti presenti in cantiere o che si rendessero colpevoli d'insubordinazione o disonestà;
4. vietare l'ingresso alle persone non addette ai lavori o non espressamente autorizzate.

L'appaltatore è in ogni caso responsabile dei danni cagionati dall'inosservanza e trasgressione delle prescrizioni tecniche e delle norme di vigilanza e di sicurezza disposte dalle leggi e dai regolamenti vigenti.

#### **65.10 Obblighi dei lavoratori dipendenti**

I lavoratori dipendenti del cantiere sono tenuti ad osservare:

1. i regolamenti in vigore in cantiere;
2. le norme antinfortunistiche proprie del lavoro in esecuzione e quelle particolari vigenti in cantiere;
3. le indicazioni contenute nei Piani di sicurezza e le indicazioni fornite dal Direttore tecnico di cantiere in materia di prevenzione degli infortuni;

#### **65.11 Proposta di sospensione dei lavori, d'allontanamento o di risoluzione del contratto in caso di gravi inosservanze**

In caso di gravi inosservanze da parte delle Imprese o dei lavoratori autonomi il Coordinatore deve presentare al Direttore dei Lavori, al Committente ovvero al Responsabile dei lavori la proposta di sospensione, allontanamento o di risoluzione del contratto.

La proposta di cui al punto precedente è comunque obbligatoria nel caso di reiterata inosservanza delle prescrizioni contenute nei Piani di sicurezza e coordinamento e comunque delle norme la cui violazione è punita con la sanzione dell'arresto sino a sei mesi.

Il Committente o il Responsabile dei lavori, per il tramite del Direttore dei lavori, accertato il caso, provvederà all'applicazione del provvedimento del caso.

La durata delle eventuali sospensioni dovute ad inosservanza dell'appaltatore delle norme in materia di sicurezza, non comporterà uno slittamento dei tempi d'ultimazione dei lavori previsti dal contratto.



#### **65.12 Sospensione dei lavori per pericolo grave ed immediato o per mancanza dei requisiti minimi di sicurezza**

Nel caso di pericolo grave ed imminente per i lavoratori, il Coordinatore per l'esecuzione provvederà a sospendere i lavori, disponendone la ripresa solo quando sia avvenuta la comunicazione scritta degli avvenuti adeguamenti effettuati dalle Imprese interessate. Il Coordinatore per l'esecuzione deve, nel caso di sospensione dei lavori per pericolo grave ed immediato, comunicare per scritto al Committente ovvero al Responsabile dei lavori e al Direttore dei lavori la data di decorrenza della sospensione e la motivazione. Successivamente dovrà comunicare, sempre per iscritto, al Committente ovvero al Responsabile dei lavori e al Direttore dei lavori la data di ripresa dei lavori.

La durata delle eventuali sospensioni dovute ad inosservanza dell'Appaltatore delle norme in materia di sicurezza, non comporterà uno slittamento dei tempi d'ultimazione dei lavori previsti dal contratto.

#### **65.13 Normativa di riferimento**

L'appaltatore dichiara di aver preso conoscenza delle procedure esecutive, degli apprestamenti e dei dispositivi di protezione individuale e collettiva necessari all'esecuzione dei lavori in conformità alle disposizioni contenute nel Piano di sicurezza e coordinamento nonché dei relativi costi.

L'appaltatore, quindi, non potrà eccepire, durante l'esecuzione dei lavori, la mancata conoscenza d'elementi non valutati, tranne che tali elementi non si configurino come cause di forza maggiore contemplate nel Codice civile (e non escluse da altre norme nel presente capitolato o si riferiscano a condizioni soggette a possibili modifiche espressamente previste nel contratto).

Con l'accettazione dei lavori, l'Appaltatore dichiara di avere la possibilità ed i mezzi necessari per procedere all'esecuzione degli stessi secondo le migliori norme di sicurezza e conduzione dei lavori.

#### **65.14 Stima dei costi della sicurezza**

- a) Ove è prevista la redazione del PSC ai sensi della vigente normativa, nei costi della sicurezza vanno stimati, per tutta la durata delle lavorazioni previste nel cantiere, i costi:
  - degli apprestamenti previsti nel PSC;
  - delle misure preventive e protettive e dei dispositivi di protezione individuale eventualmente previsti nel PSC per lavorazioni interferenti;
  - degli impianti di terra e di protezione contro le scariche atmosferiche, degli impianti antincendio, degli impianti di evacuazione fumi;
  - dei mezzi e servizi di protezione collettiva;
  - delle procedure contenute nel PSC e previste per specifici motivi di sicurezza;
  - degli eventuali interventi finalizzati alla sicurezza e richiesti per lo sfasamento spaziale o temporale delle lavorazioni interferenti;
  - delle misure di coordinamento relative all'uso comune di apprestamenti, attrezzature, infrastrutture, mezzi e servizi di protezione collettiva.
- b) Per le opere rientranti nel campo di applicazione del decreto legislativo 12.04.2006, n. 163 e successive modifiche e per le quali non è prevista la redazione del PSC ai sensi del Titolo IV Capo I, della normativa vigente, le amministrazioni appaltanti, nei costi della sicurezza stimano, per tutta la durata delle lavorazioni previste nel cantiere, i costi delle misure preventive e protettive finalizzate alla sicurezza e salute dei lavoratori.
- c) La stima dovrà essere congrua, analitica per voci singole, a corpo o a misura, riferita ad elenchi prezzi standard o specializzati, oppure basata su prezziari o listini ufficiali vigenti nell'area interessata, o sull'elenco prezzi delle misure di sicurezza del committente; qualora un elenco prezzi non sia applicabile o non disponibile, si farà riferimento ad analisi costi complete e desunte da indagini di mercato. Le singole voci dei costi della sicurezza vanno calcolate considerando il loro costo di utilizzo per il cantiere interessato

che comprende, quando applicabile, la posa in opera ed il successivo smontaggio, l'eventuale manutenzione e l'ammortamento.

- d) I costi della sicurezza così individuati, sono compresi nell'importo totale dei lavori, ed individuano la parte del costo dell'opera da non assoggettare a ribasso nelle offerte delle imprese esecutrici.
- e) Per la stima dei costi della sicurezza relativi a lavori che si rendono necessari a causa di varianti in corso d'opera previste dall'art. 132 del decreto legislativo 12.04.2006, n. 163 e successive modifiche, o dovuti alle variazioni previste dagli artt. 1659, 1660, 1661 e 1664, secondo comma, del codice civile, si applicano le disposizioni contenute nei punti 4.1.1, 4.1.2 e 4.1.3. I costi della sicurezza così individuati, sono compresi nell'importo totale della variante, ed individuano la parte del costo dell'opera da non assoggettare a ribasso.
- f) Il direttore dei lavori liquida l'importo relativo ai costi della sicurezza previsti in base allo stato di avanzamento lavori, previa approvazione da parte del coordinatore per l'esecuzione dei lavori quando previsto.

## **2^ PARTE**

### **CAPITOLO 2° : OPERE STRUTTURALI**

#### **1 Generalità**

##### **1.1 Oggetto delle specifiche tecniche**

La presente relazione contiene le specifiche tecniche e fa parte del progetto di costruzione del nuovo ponte sul torrente Palobbia. Essa si riferisce alle strutture portanti in cemento armato e acciaio, la cui progettazione strutturale è stata affidata allo studio Holzner & Bertagnolli Engineering GmbH. Questa relazione fa parte dell'intero progetto e pertanto deve essere letta insieme agli altri elaborati e documenti relativi.

##### **1.2 Documentazione da produrre**

L'Appaltatore è tenuto a fornire entro i termini previsti per quanto riguarda le forniture di materiali e manufatti prodotti da ditte terze:

- Una dichiarazione, rilasciata dal produttore di ogni tipo di materiale che, con chiaro riferimento alla fornitura oggetto dell'ordine, conferma la corrispondenza di detto materiale con la normativa vigente e con le presenti prescrizioni;
- Schede tecniche per ogni prodotto proposto con tutte le caratteristiche fisico – chimiche comprensive dei certificati di prova ove esistenti; tali schede entrano a fare parte integrante delle presenti prescrizioni quando accettate dal Committente;
- I disegni esecutivi dei vari elementi con tutti i dettagli costruttivi, compresi quelli relativi agli elementi di impiego provvisorio nel montaggio, nonché i particolari ai quali devono uniformarsi le opere di altra natura interessate;
- Su semplice richiesta del Committente, un campione per ogni tipo di materiale impiegato nella fornitura in oggetto;

La documentazione da produrre sarà ritenuta valida agli effetti dell'ordine solo se espressamente approvata dal Committente.

Resta inteso che tale approvazione non esonera l'Appaltatore dalle responsabilità poste a suo carico dalle vigenti norme e dalle presenti prescrizioni tecniche.

2

##### **1.3 Normative di riferimento**

Risultano validi tutti i riferimenti normativi riportati di seguito con tutte le eventuali successive modifiche, integrazioni e sostituzioni intervenute in materia sullo specifico argomento.

##### **Strutture in cemento armato, cemento armato precompresso ed acciaio**

- LEGGE 05.11.1971 nr. 1086 - Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- D.P.R. 06.06.2001 nr. 380 - Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia
- D.M. 17.01.2018 – Norme tecniche per le costruzioni
- Circolare Ministero Infrastrutture 09.02.2009 – Istruzioni per l'applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14.01.2008
- La progettazione strutturale è stata elaborata nel pieno rispetto delle seguenti normative europee:

- UNI EN 1990:2006 Eurocodice 0

Criteri generali di progettazione strutturale;

- UNI EN 1991-1-1:2004 Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture

Parte 1-1: Azioni in generale – Pesì per unità di volume, pesì propri e sovraccarichi per gli edifici;

- UNI EN 1992-1:2005 Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture in calcestruzzo

Parte 1-1: Regole generali e regole per edifici;

- UNI EN 1992-1-2: 2005 Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture in calcestruzzo

Parte 1-2: Regole generali – Progettazione strutturale contro l'incendio;

- UNI EN 1993-1:2005 Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture in acciaio

Parte 1-1: Regole generali e regole per edifici;

- UNI EN 1997-1:2005 Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica

Parte 1: Regole;

- UNI EN 1998-1:2005 Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica

Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici;

• UNI EN 13670-1:2001 – Esecuzione di strutture in calcestruzzo – requisiti minimi

#### **Carichi**

• D.M. 17.01.2018 – Norme tecniche per le costruzioni

#### **Costruzioni in zona sismica**

• LEGGE 02.02.1974 nr. 64 - Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.

• D.M. 17.01.2018 – Norme tecniche per le costruzioni

3

## **2 Strutture in c.a. gettate in opera**

### **2.1 Requisiti e prestazioni dei materiali**

#### **Acqua**

L'acqua, che fornita dall'Appaltatore, deve avere i requisiti prescritti nel capitolo 11 del D.M. 17.01.2018 ed

essere conforme alla UNI EN 1008:2003.

L'acqua da impiegare nella confezione del calcestruzzo deve essere pura, non contenere limi, argille, humus, acidi organici, alcali, sali, residui grassi, oleosi o zuccherini. Sono in ogni caso non tollerate acque di rifiuto in genere.

Si deve usare possibilmente acqua considerata potabile proveniente dall'acquedotto cittadino. E' vietato l'impiego di acqua di mare salvo esplicita autorizzazione (nel caso, con gli opportuni accorgimenti per i calcoli di stabilità). Tale divieto rimane tassativo ed assoluto per i calcestruzzi armati ed in genere per tutte le strutture inglobanti materiali metallici soggetti a corrosione.

L'acqua, a discrezione del Committente, in base al tipo di intervento od uso potrà essere trattata con speciali additivi per evitare l'insorgere di reazioni chimico-fisiche al contatto con altri componenti l'impasto.

Devono essere effettuati preliminarmente test di conformità sulle caratteristiche delle acque impiegate, tali test devono essere ripetuti a cadenza periodica concordata con il Committente durante l'esecuzione delle opere.

#### **Cemento**

##### **Requisiti generali**

Deve essere impiegato cemento Portland ordinario ottenuto per macinazione di clinker con aggiunta di gesso e anidride in conformità alla legge 26.5.1965 n. 595; non deve essere usato nessun altro tipo di cemento.

Il cemento deve essere trasportato e stoccato in modo da prevenire ogni deterioramento in particolare dovuto all'umidità.

Nell'uso si deve usare possibilmente cemento proveniente dalla stessa partita. Il cemento deve essere accompagnato dai relativi certificati di produzione e prova in conformità a quanto prescritto dalla norma vigente.

##### **Fornitura**

I cementi e gli agglomeranti cementizi 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.

4

Se i leganti idraulici sono forniti in sacchi sigillati, essi dovranno essere 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.

Se i leganti sono forniti alla rinfusa, la provenienza e la qualità degli stessi dovranno essere dichiarate con documenti di accompagnamento della merce. La qualità potrà essere accertata mediante prelievo di campioni e loro analisi.

Accertamento dei requisiti di accettazione dei cementi

Per l'accertamento dei requisiti d'accettazione dei cementi, degli agglomerati cementizi e delle calci idrauliche in polvere, le prove debbono essere eseguite su materiale proveniente da un campione originario di almeno 50 kg di legante prelevato da dieci sacchi per ogni partita di mille sacchi o frazione. In caso di contestazione sull'omogeneità del prodotto, saranno prelevati in contraddittorio, e per ogni mille sacchi, altri due sacchi, e sul campione prelevato da ciascuno di essi verranno ripetute le prove normali.

Qualora tutte le parti non siano presenti, la campionatura dovrà avvenire alla presenza di un notaio o di un ufficiale giudiziario.

Per le forniture di leganti alla rinfusa, la campionatura per le prove sarà effettuata all'atto della consegna, in contraddittorio fra le parti, mediante il prelievo di un campione medio in ragione di 10 kg per ogni 50 tonnellate o frazione.

Il campione per le prove sulle calci idrauliche naturali in zolle deve essere di 50 kg per ogni 10 tonnellate di calce, e deve essere preso con la pala da diversi punti del mucchio.

5

Marchio di conformità

L'attestato di conformità autorizza il produttore ad apporre il marchio di conformità sull'imballaggio e sulla documentazione di accompagnamento relativa al cemento certificato. Il marchio di conformità è costituito dal simbolo dell'organismo abilitato seguito da:

- nome del produttore e della fabbrica ed eventualmente del loro marchio o dei marchi di identificazione;
- ultime due cifre dell'anno nel quale è stato apposto il marchio di conformità;
- numero dell'attestato di conformità;
- descrizione del cemento;
- estremi del decreto.

Ogni altra dicitura è preventivamente sottoposta all'approvazione dell'organismo abilitato.

Requisiti meccanici e fisici dei cementi (D.M. 12 luglio 1999, n. 314)

Requisiti chimici dei cementi (D.M. 12 luglio 1999, n. 314)

6

Valori limite dei cementi (D.M. 12 luglio 1999, n. 314)

Gli agglomeranti dovranno pervenire da stabilimenti di produzione di pieno gradimento dal Committente. Anche se, in seguito ad esito favorevole delle prove, fosse già avvenuta l'accettazione di una partita di agglomerante, verranno rifiutate ed allontanate dal cantiere tutte le giacenze che non si presentino più allo stato di polvere completamente sciolta ma contengano grumi o parti avariate.

### **Aggregati**

Gli aggregati normali devono avere i requisiti richiesti dal D.M. 17.01.2018.

Sono idonei alla produzione di calcestruzzo per uso strutturale gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali, artificiali, ovvero provenienti da processi di riciclo conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 12620 e, per gli aggregati leggeri, alla norma europea armonizzata UNI EN 13055-1. Si

dividono in inerti di cava ed inerti di frantumazione.

Gli inerti di cava debbono risultare bene assortiti in grossezza e costituiti di grani resistenti non provenienti da roccia decomposta e gessosa. Non devono provenire dalla frantumazione di rocce.

La sabbia naturale deve risultare bene assortita in grossezza e costituita di grani resistenti, non provenienti da roccia decomposta o gessosa.

Le sabbie da impiegarsi nel confezionamento dei conglomerati cementizi devono corrispondere alle caratteristiche granulometriche stabilite dal R.D. 16 novembre 1939, n. 229 e devono avere i requisiti richiesti dalle norme di riferimento.

Nelle sabbie per conglomerati è ammessa una percentuale massima del 10% di materiale trattenuto sul crivello 7,1 (**UNI 2334** - Crivelli di controllo e relativi fondi e coperchi - o sul setaccio 2, vedi **UNI 2332-1** -

Vagli di controllo, stacci di controllo e relativi fondi e coperchi).

Gli inerti di frantumazione dovranno avere gli spigoli vivi, presentare una certa uniformità di dimensioni nei

vari sensi, non dovranno cioè essere di forma allungata o appiattita od avere più di una faccia arrotondata.

7

Dovranno provenire da rocce uniformi di struttura e composizione, resistenti e durevoli, prive di parti decomposte o comunque alterate. Sono da escludersi rocce marnose.

#### **Aggiunte**

Nei calcestruzzi è ammesso l'impiego di aggiunte, in particolare di ceneri volanti, loppe granulate d'altoforno e fumi di silice, purché non ne vengano modificate negativamente le caratteristiche prestazionali.

Le ceneri volanti devono soddisfare i requisiti della norma europea armonizzata UNI EN 450-1. Per quanto riguarda l'impiego si potrà fare utile riferimento ai criteri stabiliti dalle norme UNI EN 206 ed UNI

11104:2004.

I fumi di silice devono soddisfare i requisiti della norma europea armonizzata UNI EN 13263-1.

#### **Additivi**

I conglomerati cementizi per strutture in cemento armato dovranno rispettare tutte le prescrizioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018 e relative circolari esplicative; in particolare l'impiego di eventuali additivi dovrà essere subordinato all'accertamento dell'assenza di ogni pericolo di aggressività.

Gli additivi dovranno possedere le seguenti caratteristiche:

- dovranno essere opportunamente dosati rispetto alla massa del cemento;
- non dovranno contenere componenti dannosi alla durabilità del calcestruzzo;
- provocare la corrosione dei ferri d'armatura;
- dovranno interagire sul ritiro o sull'espansione del calcestruzzo; in tal caso si dovrà procedere alla determinazione della stabilità dimensionale.

Gli additivi per impasti cementizi si intendono classificati come segue:

- fluidificanti;
- aeranti;
- ritardanti;
- acceleranti;
- fluidificanti-aeranti, fluidificanti-ritardanti, fluidificanti-acceleranti;
- antigelo-superfluidificanti.

#### **Additivi acceleranti**

Il dosaggio degli additivi acceleranti dovrà essere contenuto tra 0,5 e 2% (ovvero come indicato dal fornitore) sul peso del cemento, in caso di prodotti che non contengono cloruri tali valori possono essere incrementati fino al 4%. Per evitare concentrazioni del prodotto prima dell'uso dovrà essere opportunamente diluito.

Il Committente si riserva di verificare la loro azione prima dell'impiego, mediante:

8

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo secondo previste dal D.M. 17 gennaio 2018 e norme UNI vigenti;
- determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma **UNI 7123**.

In generale, per quanto non specificato, si rimanda alla **UNI EN 934-2**.

#### **Additivi ritardanti**

Gli additivi ritardanti sono da utilizzarsi per il trasporto del calcestruzzo in betoniera al fine di ritardarne l'indurimento.

Il Committente si riserva di verificare la loro azione prima dell'impiego, mediante:

- a) l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo secondo quanto previsto dal D.M. 17

gennaio 2018 e norme UNI vigenti;

b) determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma **UNI 7123**.

Le prove di resistenza a compressione di regola devono essere eseguite dopo la stagionatura di 28 giorni, la presenza dell'additivo non deve comportare diminuzione della resistenza del calcestruzzo.

In generale per quanto non specificato si rimanda alla **UNI EN 934-2**.

#### Additivi antigelo

Gli additivi antigelo sono da utilizzarsi nel caso di getto di calcestruzzo effettuato in periodo freddo, previa autorizzazione del Committente.

Il dosaggio degli additivi antigelo dovrà essere contenuto tra 0,5 e 2% (ovvero come indicato dal fornitore) sul peso del cemento che dovrà essere del tipo ad alta resistenza e in dosaggio superiore rispetto alla norma. Per evitare concentrazioni del prodotto prima dell'uso dovrà essere opportunamente miscelato al fine di favorire la solubilità a basse temperature.

In generale per quanto non specificato si rimanda alle norme **UNI 7109, UNI 7120**.

Il Committente si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego, mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo secondo previste dal D.M. 17

gennaio 2018 e norme UNI vigenti;

- determinazione dei tempi d'inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma **UNI 7123**.

Le prove di resistenza a compressione di regola devono essere eseguite dopo la stagionatura di 28 giorni; la presenza dell'additivo non deve comportare diminuzione della resistenza del calcestruzzo.

#### Additivi fluidificanti e superfluidificanti

Gli additivi fluidificanti sono da utilizzarsi per aumentare la fluidità degli impasti, mantenendo costante il rapporto acqua /cemento e la resistenza del calcestruzzo, previa autorizzazione del Committente.

9

Il dosaggio degli additivi fluidificanti dovrà essere contenuto tra 0,2 e 0,3% (ovvero come indicato dal fornitore) sul peso del cemento. Gli additivi superfluidificanti vengono aggiunti in quantità superiori al 2%

rispetto al peso del cemento.

In generale, per quanto non specificato, si rimanda alla **UNI EN 934-2**.

Il Committente si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego, mediante:

- determinazione della consistenza dell'impasto effettuata con l'impiego della tavola a scosse con riferimento alla **UNI 8020**;

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo secondo previste dal D.M. 17

gennaio 2018 e norme UNI vigenti;

- prova di essudamento secondo la **UNI 7122**.

#### Additivi aeranti

Gli additivi aeranti sono da utilizzarsi per migliorare la resistenza del calcestruzzo ai cicli di gelo e disgelo, previa autorizzazione del Committente. La quantità dell'aerante deve essere compresa tra 0,005 e 0,05%

(ovvero come indicato dal fornitore) sul peso del cemento.

Il Committente si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego, mediante:

- determinazione del contenuto d'aria secondo la **UNI 6395**;

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo secondo previste dal D.M. 17

gennaio 2018 e norme UNI vigenti;

- prova di resistenza al gelo secondo la **UNI 7087**;

- prova di essudamento secondo la **UNI 7122**;

Le prove di resistenza a compressione di regola devono essere eseguite dopo la stagionatura.

#### Agenti espansivi

Gli agenti espansivi sono da utilizzarsi per aumentare il volume del calcestruzzo sia in fase plastica che indurito, previa autorizzazione del Committente. La quantità dell'aerante deve essere compresa tra 7 e 10%

(ovvero come indicato dal fornitore) sul peso del cemento.

In generale per quanto non specificato si rimanda alle norme UNI: **UNI 8146, UNI 8146 FA 125-83, UNI 8147, UNI 8147 FA 126-83, UNI 8148, UNI 8148 FA 127-83, UNI 8149, UNI 8149 FA 128-83**.

Il Committente si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego, mediante:

l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal D.M. 17 gennaio 2018 e norme

UNI vigenti;

Determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma UNI 7123.

10

### **Acciaio per cemento armato**

#### **Requisiti principali**

Non si devono porre in opera armature ossidate, corrose, recanti difetti superficiali, che ne riducano la resistenza o ricoperte da sostanze che possano ridurne sensibilmente l'aderenza al conglomerato.

Tipologie d'acciaio per cemento armato

Le norme tecniche per le costruzioni ammettono esclusivamente l'impiego di acciai saldabili e nervati idoneamente qualificati secondo le procedure previste dalle stesse norme, e controllati con le modalità previste per gli acciai per cemento armato precompresso e per gli acciai per carpenterie metalliche.

I tipi di acciai per cemento armato sono indicati nella tabella 16.2.

#### **Tabella 16.2 - Tipi di acciai per cemento armato**

##### **Tipi di acciaio per cemento armato**

##### **previsti dalle norme precedenti**

##### **Tipi di acciaio previsti**

##### **dal D.M. 17 gennaio 2018**

##### **(saldabili e ad aderenza migliorata)**

FeB22k e FeB32k (barre tonde lisce)

FeB38k e FeB44k (barre tonde nervate)

B450C ( $6 \leq \phi \leq 50$  mm)

B450A ( $5 \leq \phi \leq 12$  mm)

L'acciaio per cemento armato B450C (laminato a caldo) è caratterizzato dai seguenti valori nominali delle

tensioni caratteristiche di snervamento e rottura da utilizzare nei calcoli:

-  $f_y$  nom: 450 N/mm<sup>2</sup>

-  $f_t$  nom: 540 N/mm<sup>2</sup>

e deve rispettare i requisiti indicati nella tabella 16.3.

#### **Tabella 16.3 - Acciaio per cemento armato laminato a caldo B450C**

##### **Caratteristiche Requisiti**

##### **Fratte**

[%]

Tensione caratteristica di snervamento  $f_{yk} \geq f_y$  nom 5,0

Tensione caratteristica di rottura  $f_{tk} \geq f_t$  nom 5,0

$(f_t/f_y)_k$

$\geq 1,15$

$\leq 1,35$

10,0

$(f_y/f_y \text{ nom})_k \leq 1,25$  10,0

Allungamento  $(A_{gt})_k \geq 7,5\%$  10,0

Diametro del mandrino per prove di

piegamento a 90 ° e

successivo raddrizzamento senza cricche:

$\phi < 12$  mm 4 -

$12 \leq \phi \leq 16$  mm 5 -

per  $16 < \phi \leq 25$  mm 8 -

per  $25 < \phi \leq 50$  mm 10 -

11

L'acciaio per cemento armato B450A (trafilato a freddo), caratterizzato dai medesimi valori nominali delle tensioni di snervamento e rottura dell'acciaio B450C, deve rispettare i requisiti indicati nella tabella 16.4.

#### **Tabella 16.4 - Acciaio per cemento armato trafilato a freddo B450A**

##### **Caratteristiche Requisiti**



## **Fratte**

[%]

Tensione caratteristica di snervamento  $f_y k \geq f_{y \text{ nom}} 5,0$

Tensione caratteristica di rottura  $f_t k \geq f_{t \text{ nom}} 5,0$

$(f_t/f_y) k \geq 1,05$  10,0

$(f_y/f_{y \text{ nom}}) k \leq 1,25$  10,0

Allungamento  $(A_g) k \geq 2,5\%$  10,0

Diametro del mandrino per prove di piegamento a  
90 ° e

successivo raddrizzamento senza cricche:

$\varnothing < 10 \text{ mm}$

4  $\varnothing$  -

Le caratteristiche dimensionali e di impiego

L'acciaio per cemento armato è generalmente prodotto in stabilimento sotto forma di barre o rotoli, reti o tralicci, per utilizzo diretto o come elementi di base per successive trasformazioni (paragrafo 11.3.2.4 nuove norme tecniche).

Prima della fornitura in cantiere gli elementi di cui sopra possono essere saldati, presagomati (staffe, ferri piegati, ecc.) o preassemblati (gabbie di armatura, ecc.) a formare elementi composti direttamente utilizzabili in opera.

Tutti gli acciai per cemento armato devono essere ad aderenza migliorata, aventi, cioè, una superficie dotata di nervature o indentature trasversali, uniformemente distribuite sull'intera lunghezza, atte ad aumentarne l'aderenza al conglomerato cementizio.

La marcatura dei prodotti deve consentirne l'identificazione e la rintracciabilità.

La documentazione di accompagnamento delle forniture deve rispettare le prescrizioni stabilite dalle norme tecniche, in particolare è necessaria per quei prodotti per i quali non sussiste l'obbligo della marcatura CE.

Le barre sono caratterizzate dal diametro della barra tonda liscia equipesante, calcolato nell'ipotesi che la densità dell'acciaio sia pari a 7,85 kg/dm<sup>3</sup>.

I diametri di impiego per gli acciai B450C e B450A, in barre e in rotoli, sono riportati nelle tabelle 16.5 e 16.6.

12

### **Tabella 16.5 - Diametri di impiego per gli acciai B450C e B450A in barre**

**Acciaio in barre Diametro  $\varnothing$ [mm]**

B450C  $6 \leq \varnothing \leq 40$

B450A  $5 \leq \varnothing \leq 10$

### **Tabella 16.6 - Diametri di impiego per gli acciai B450C e B450A in rotoli**

**Acciaio in rotoli Diametro  $\varnothing$ [mm]**

B450C  $6 \leq \varnothing \leq 16$

B450A  $5 \leq \varnothing \leq 10$

Le reti e i tralicci elettrosalati

Gli acciai delle reti e dei tralicci elettrosalati devono essere saldabili. L'interasse delle barre non deve superare i 330 mm.

I tralicci sono dei componenti reticolari composti con barre e assemblati mediante saldature.

Per le reti e i tralicci in acciaio (B450C o B450A), gli elementi base devono avere diametro  $\varnothing$  come riportato nella tabella 16.7.

### **Tabella 16.7 - Diametro $\varnothing$ degli elementi base per le reti e i tralicci in acciaio B450C e B450A**

**Acciaio tipo Diametro  $\varnothing$  degli elementi base**

B450C  $6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 16 \text{ mm}$

B450A  $5 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 10 \text{ mm}$

Il rapporto tra i diametri delle barre componenti le reti e i tralicci deve essere:  $\varnothing_{\min}/\varnothing_{\max} \geq 0,6$ .

I nodi delle reti devono resistere ad una forza di distacco determinata in accordo con la norma **UNI EN ISO**

**15630-2** pari al 25% della forza di snervamento della barra, da computarsi per quella di diametro maggiore sulla tensione di snervamento pari a 450 N/mm<sup>2</sup>. Tale resistenza al distacco della saldatura del nodo deve essere controllata e certificata dal produttore di reti e di tralicci secondo le procedure di qualificazione di seguito riportate.

In ogni elemento di rete o traliccio le singole armature componenti devono avere le stesse caratteristiche. Nel caso dei tralicci è ammesso l'uso di staffe aventi superficie liscia perché realizzate con acciaio B450A oppure B450C saldabili. La produzione di reti e tralicci elettrosaldati può essere effettuata a partire da materiale di base prodotto nello stesso stabilimento di produzione del prodotto finito o da materiale di base proveniente da altro stabilimento.

Nel caso di reti e tralicci formati con elementi base prodotti in altro stabilimento, questi ultimi possono essere costituiti da acciai provvisti di specifica qualificazione o da elementi semilavorati quando il produttore, nel proprio processo di lavorazione, conferisca al semilavorato le caratteristiche meccaniche finali richieste dalla norma.

In ogni caso, il produttore dovrà procedere alla qualificazione del prodotto finito, rete o traliccio.

13

La saldabilità

L'analisi chimica effettuata su colata e l'eventuale analisi chimica di controllo effettuata sul prodotto finito, deve soddisfare le limitazioni riportate nella tabella 16.8, dove il calcolo del carbonio equivalente

$C_{eq}$  è

effettuato con la seguente formula:

$6 \cdot 5 \cdot 15$

$Mn \cdot Cr \cdot Mo \cdot V \cdot Ni \cdot Cu$

$C \cdot C_{eq}$

+

+

++

= ++

in cui i simboli chimici denotano il contenuto degli elementi stessi espresso in percentuale.

**Tabella 16.8 - Massimo contenuto di elementi chimici in percentuale (%)**

**Elemento Simbolo Analisi di prodotto Analisi di colata**

Carbonio  $C$  0,24 0,22

Fosforo  $P$  0,055 0,050

Zolfo  $S$  0,055 0,050

Rame  $Cu$  0,85 0,80

Azoto  $N$  0,013 0,012

Carbonio equivalente  $C_{eq}$  0,52 0,50

È possibile eccedere il valore massimo di  $C$  dello 0,03% in massa, a patto che il valore del  $C_{eq}$  venga ridotto

dello 0,02% in massa.

Contenuti di azoto più elevati sono consentiti in presenza di una sufficiente quantità di elementi che fissano

l'azoto stesso.

14

## 2.2 Esecuzione

### 2.2.1 Prescrizioni generali

#### Calcestruzzo

##### Miscelazione

La miscelazione dei componenti del calcestruzzo deve avvenire in un impianto di betonaggio con centrale di

dosaggio e betoniera di mescolamento; è consentito l'uso di autobetoniera.

Il cemento deve essere immagazzinato in silos e deve essere misurato a peso; gli inerti devono essere misurati a peso; le pesate di cemento ed inerti devono essere fatte separatamente; l'acqua deve essere dosata con misuratore volumetrico a quadrante.

I materiali devono essere introdotti nella mescolatrice nel seguente ordine: ghiaia, sabbia, cemento e acqua.

Impasti di calcestruzzo

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 pertanto il dosaggio del cemento, dovrà essere scelto in relazione alla resistenza richiesta per il conglomerato.

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

Gli impasti destinati alle varie opere devono avere una resistenza equivalente o superiore a quella indicata in progetto. In casi particolari, p.e. per la realizzazione di strutture in CA impermeabile, non saranno accettate sovra resistenze maggiori al 5% a 28gg e 10% a 90gg.

#### Classe del calcestruzzo

Il calcestruzzo indurito è classificato in base alla resistenza a compressione, espressa come resistenza caratteristica  $R_{ck}$  oppure  $f_{ck}$ . La resistenza caratteristica  $R_{ck}$  viene determinata sulla base dei valori ottenuti da prove a compressione a 28 giorni su cubi di 150 mm di lato; la resistenza caratteristica  $f_{ck}$ , viene determinata sulla base dei valori ottenuti da prove a compressione a 28 giorni su cilindri di 150 mm. Di diametro e 300 mm. di altezza; per i valori di resistenza, espressi in  $N/mm^2$ , fare riferimento agli elaborati di progetto.

#### Classe di esposizione

15

La durabilità del calcestruzzo in relazione alle caratteristiche dell'ambiente viene definita con i criteri della UNI EN 206 attraverso l'introduzione delle classi d'esposizione. La UNI 11104 stabilisce inoltre per ciascuna classe il massimo rapporto a/c, la minima classe di resistenza, il minimo contenuto di cemento ed altri requisiti.

Questi criteri sono comuni a tutte le normative riguardanti la durabilità: all'aumentare della intensità dell'attacco si aumenta il contenuto minimo di cemento, si riduce il rapporto a/c, si aumenta lo spessore del copriferro. Pertanto, tenuto conto che il controllo di qualità del calcestruzzo è basato sulla resistenza caratteristica a compressione, la durabilità è tanto più alta quanto maggiore è la resistenza caratteristica.

#### Prove sul calcestruzzo

Devono essere prelevati campioni di calcestruzzo delle dimensioni e del numero imposto dalla normativa vigente e sottoposti a prova per stabilirne la resistenza meccanica; i risultati delle prove devono tempestivamente essere comunicati al Committente che propone se necessario le opportune modifiche al dosaggio dei componenti.

#### Trasporto del calcestruzzo

Il trasporto del calcestruzzo dalla centrale di betonaggio al sito di posa in opera deve avvenire celermente e in modo da non provocare la segregazione dei componenti.

Dovranno pertanto essere evitati movimenti eccessivi o urti; se si ricorre all'uso di calcestruzzo prodotto altrove e trasportato con autobetoniera, il tempo tra la produzione e la posa in opera non deve superare i 40 minuti.

Il tempo di trasporto deve sempre essere indicato sul documento di consegna.

#### Posa in opera del calcestruzzo

Il calcestruzzo deve essere gettato su superfici opportunamente preparate a riceverlo; qualora le cassature siano preparate ben prima del getto, si dovrà verificare che esse non siano sporche e non contengano pietre, sfridi o altro.

Il calcestruzzo deve essere gettato con cura per evitare la segregazione degli inerti; lo scarico deve avvenire sempre in posizione verticale e l'altezza di caduta deve essere la minore possibile e possibilmente non superiore a 1.5m; nella caduta l'impasto non deve urtare contro ostacoli e non deve nemmeno essere gettato contro casseforme non di fondo.

Quando si eseguono getti di una certa altezza, come pilastri e muri, l'impasto deve essere trattenuto con tubi o altro che lo guidino fino al punto di getto; inoltre bisogna evitare la formazione di nidi di ghiaia.

Durante il getto bisogna controllare che le armature siano perfettamente circondate dal calcestruzzo e che non si formino cavità o vuoti, soprattutto nel caso di armature infittite.

Le riprese dei getti devono essere fatte nelle zone indicate dal Committente con la quale devono essere concordate e riportate su tavole di riferimento.

16

L'Appaltatore deve studiare il piano dei getti in modo da iniziare e terminare i medesimi nelle zone di ripresa di getto concordate, tenendo conto delle pause di cantiere, delle sospensioni notturne e di fine settimana.

Qualora per eventi imprevisi i punti di ripresa di getto non possono essere rispettati devono esserne tempestivamente informati il Direttore dei Lavori e il Committente che suggeriscono gli opportuni accorgimenti.

Il getto del calcestruzzo deve essere interrotto in caso di avversità atmosferiche; il calcestruzzo danneggiato

dalla pioggia deve essere asportato e sostituito a spese dell'Appaltatore; qualora si getti contro terra, senza casseratura, o in scavi in profondità, bisogna accertarsi dell'assenza di acqua sorgiva o filtrante sia in condizioni normali sia di improvvise piogge.

Rimedi a questo eventuale problema devono essere sottoposti al Committente.

Il calcestruzzo deve essere gettato in strati uniformi di spessore non superiore ai 30-40 cm; il getto successivo deve essere effettuato nei tempi più brevi possibili; le lastre di solaio sono gettate in un unico getto per l'intero spessore, come pure le travi.

L'uso di scivoli, canali, tramogge o di altri attrezzi per la posa del calcestruzzo deve essere approvato dal Committente.

L'uso di dispositivi di pompaggio dovrà pure essere approvato dal Committente.

Quando il getto deve essere eseguito su superfici inclinate, esso dovrà essere effettuato dal basso verso l'alto posando il calcestruzzo senza generare scosse ai casseri, facendolo scorrere nella sua posizione definitiva mediante una breve vibratura. Qualora, a giudizio della Direzione Lavori, la pendenza della struttura e/o dello spessore dello strato lo richiedano, dovrà essere disposta una casseratura coprente i vari strati gettati e costipati, così da evitare che il calcestruzzo, scivolando verso il basso, modifichi la forma stabilita.

#### Temperatura

La temperatura atmosferica al momento dei getti non deve in ogni caso essere superiore ai 35 gradi ed inferiore ai 5 gradi. Qualora tuttavia sia indispensabile gettare il calcestruzzo in condizioni di temperatura non comprese in detto intervallo, si ricorre a tecniche di additivazione da sottoporre all'approvazione del Committente.

#### Vibrazione del calcestruzzo

Tutti i getti di calcestruzzo devono essere vibrati per ottenere la massima densità in ogni zona, usando vibratori interni ad ago che sviluppino non meno di 10000 cicli per minuto.

Bisogna evitare che i vibratori tocchino le barre di armatura.

L'operazione di vibratura è effettuata da personale specializzato.

17

Bisogna porre attenzione a vibrare i nuovi getti in modo da non danneggiare quelli già vibrati, come pure non si devono vibrare troppo a lungo i calcestruzzi.

I tempi dell'operazione devono essere sottoposti all'approvazione del Committente in relazione alla consistenza dell'impasto.

#### Riprese di getto (giunti di lavoro)

Le riprese di getto devono essere realizzate nelle zone concordate con il Committente.

Le riprese sono precedute da un rinvivimento della superficie del getto già eseguito, seguito da una accurata pulizia della superficie rinvivata che deve infine essere irrorata con acqua.

Per maggior dettaglio si rimanda al paragrafo 4.2 della presente.

#### Cura dei getti

Il calcestruzzo gettato deve essere protetto per almeno 7 giorni dagli effetti atmosferici ed in particolare dalla pioggia violenta, dal vento e dall'intensa radiazione solare; il calcestruzzo deve essere riparato con opportuni mezzi e nella stagione calda deve essere mantenuto umido.

L'uso di pellicole protettive a base di paraffina o resine spruzzate deve essere sottoposto all'approvazione del Committente.

#### Casseforme

Le casseforme sono scelte in modo da garantire una superficie di getto in accordo con le prescrizioni di finitura; tutte le casseforme devono essere realizzate in modo da evitare ogni fuoriuscita di calcestruzzo durante il getto; devono essere in piano, perfettamente a piombo, rispettare compiutamente le forme di getto da realizzare ed essere sufficientemente solide da non deformarsi e da resistere alle pressioni statiche e dinamiche durante i getti.

Devono poter essere rimosse facilmente; se legate tra loro da armature metalliche che attraversano i getti, tali armature non devono lasciar traccia della loro presenza a disarmo avvenuto.

Le casseforme per calcestruzzi a vista o richiedenti un particolare aspetto di finitura devono essere ottenute da tavole nuove piallate e cosparse di liquidi per facilitare il disarmo; la disposizione delle casseforme deve essere sottoposta alle disposizioni del Committente.

I casseri vengono classificati, per la struttura delle superficie del getto finito, come segue:

S1 per superfici non in vista: tavole non piallate di legno a spigoli non paralleli, elementi in legno compensato od in acciaio con superficie non perfettamente piana e liscia, a scelta dell'Appaltatore. I giunti tra i singoli elementi non devono essere a perfetta tenuta. Sono accettate leggere fuoriuscite di boiaccia e sbavature (protuberanze).

S2 come S1, ma con giunti a tenuta. Non sono accettate sbavature (protuberanze).

18

S3 Per superfici faccia a vista: tavole piallate di legno a spigoli paralleli, elementi in legno compensato od in acciaio in perfetto stato di conservazione, a scelta dell'Appaltatore. I giunti tra i singoli elementi devono essere a perfetta tenuta. Non sono accettate fuoriuscite di boiaccia e sbavature. Superficie del conglomerato perfettamente liscia e piana, anche nei giunti tra i singoli elementi.

S4a Come S3, ma esclusivamente con tavole piallate di legno.

S4b Come S3, ma esclusivamente con elementi lisci di legno compensato.

S4c Come S3, ma esclusivamente con elementi lisci in acciaio.

S5 Come S3, ma con materiale prescritto e superficie strutturata in modo particolare, che viene prescritta di volta in volta.

Per facilitare il disarmo, la superficie delle casseforme potrà essere convenientemente trattata con prodotti opportuni, i quali non dovranno condizionare la riuscita del getto. In particolare questi prodotti non dovranno combinarsi con gli impasti a giudicarne la presa. Essi dovranno resistere ad elevate sollecitazioni di spinta, consentire il facile distacco dei casseri lasciando le superfici uniformi e gli spigoli perfetti. Non dovranno lasciare macchie sulla superficie delle strutture finite e non dovranno essere incompatibili con eventuali successive finiture (es. intonaci o verniciature) cui tali superficie sono destinate. Saranno comunque impiegati secondo le prescrizioni e modalità indicate dalla ditta fabbricante.

Disarmo

I termini di disarmo sono stabiliti dalle norme relative al cemento armato che indicano i termini minimi al di sotto dei quali il disarmo non si deve effettuare ed a cui si rimanda.

Prima del disarmo è necessario accertarsi che il calcestruzzo abbia raggiunto un indurimento tale da garantire la resistenza necessaria alle sollecitazioni a cui è sottoposto: questo può essere fatto con l'uso di sclerometri. Le casserature devono essere rimosse senza apportare danno ai calcestruzzi.

Armature

Tutte le barre di armatura per le strutture in calcestruzzo armato di fondazione ed in elevazione, verticali e orizzontali, sono del tipo B450C ad aderenza migliorata e controllate in stabilimento, ed hanno le caratteristiche imposte dalla normativa vigente.

Posa in opera delle armature

Lo strato di calcestruzzo a copertura delle armature non deve avere spessore nominale inferiore ai 5 mm. Si devono mettere in opera distanziatori ed ogni supporto necessario per mantenere le armature nelle corrette posizioni; gli elementi distanziatori sono di materiale durevole, compatibile con l'acciaio, non causa rotture nello strato di ricoprimento di calcestruzzo.

Quando la posa dell'armatura è terminata, il Direttore dei Lavori deve essere avvisato per operare un controllo sulla esatta disposizione ed entità prima del getto del calcestruzzo. L'inizio dei getti è sempre soggetto all'autorizzazione del Direttore dei Lavori.

19

Le armature devono essere poste in opera in stretta conformità con le tavole di disegno esecutivo; ogni modifica del diametro o della lunghezza o del posizionamento delle barre deve essere sottoposta ad approvazione del Committente. E' cura dell'Appaltatore di approvvigionare tempestivamente le armature nelle quantità necessarie per evitare ogni sospensione o interruzione di lavorazione.

Superficie delle armature

Le superfici delle armature non devono essere sporche di fango, olio, pittura, ruggine staccata, incrostazioni, scorie, grassi e di ogni altra sostanza che possa ostacolare la presa del calcestruzzo.

### **2.2.2 Tolleranze**

Nelle opere finite gli scostamenti ammissibili (tolleranze) rispetto alle dimensioni e/o quote dei progetti

sono riportate di seguito per i vari elementi strutturali:

1. Fondazioni: plinti, platee, solettoni ecc:

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

2. Strutture in elevazione: pilastri, muri ecc.:

- posizionamento rispetto alle coordinate
- degli allineamenti di progetto  $S = \pm 2.0\text{ cm}$
- dimensione in pianta  $S = - 0.5\text{ cm o } + 2.0\text{ cm}$
- spessore muri, pareti  $S = - 0.5\text{ cm o } + 2.0\text{ cm}$
- quota altimetrica sommità  $S = \pm 1.5\text{ cm}$
- verticalità per  $H \leq 600\text{ cm}$   $S = \pm 2.0\text{ cm}$
- verticalità per  $H > 600\text{ cm}$   $S = \pm H/300$

3. Solette e solettoni per impalcati, solai in genere:

- spessore:  $S = -0.5\text{ cm o } + 2.0\text{ cm}$
- quota altimetrica estradosso:  $S = \pm 2.0\text{ cm}$

4. Vani, cassette, inserterie:

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

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

20

### 2.2.3 Specifiche di esecuzione

#### **Pulizia dei casseri, applicazione disarmante e cassetatura**

Prima del getto dovrà essere verificata l'avvenuta pulizia delle superfici interne dei casseri e l'assenza di acqua o ghiaccio all'interno degli stessi; inoltre dovranno essere bagnati moderatamente prima del getto, specialmente nella stagione estiva.

Per facilitare il disarmo, la superficie delle casseforme potrà essere convenientemente trattata con prodotti opportuni, prima della messa in opera, i quali non dovranno condizionare la riuscita del getto. In particolare questi prodotti non possono reagire o mescolarsi con gli impasti e pregiudicarne la presa.

La cassetatura e la predisposizione di tutta la forometria, tracce, cavità e incassature avverranno come da elaborati strutturali.

#### **Stagionatura e protezione dei getti**

Il getto di calcestruzzo verrà protetto subito dopo il getto mediante prodotti di curing (tipo "Idealwork" o "Mastercure") per evitare un'evaporazione precoce, con la conseguenza di eliminare o comunque ridurre le fessurazioni da ritiro. Nella stagione estiva, dopo la staggiatura, potrà essere spruzzato un prodotto acquoso su base polimerica per evitare l'evaporazione.

### 2.2.4 Prove sui materiali e sul conglomerato cementizio fresco

#### **Controlli in corso d'opera**

La Direzione Lavori eseguirà controlli periodici in corso d'opera per verificare la corrispondenza tra le caratteristiche dei materiali e degli impasti impiegati e quelle definite nel documento della qualità.

#### **Prova sui materiali e sul conglomerato cementizio fresco**

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di prelevare, in ogni momento e quando lo ritenga opportuno, ulteriori campioni di materiali o di conglomerato cementizio, rispetto a quanto previsto dalla normativa vigente o prescritto nelle normative tecniche da sottoporre ad esami o prove di laboratorio.

In particolare in corso di lavorazione sarà controllata la consistenza, l'omogeneità, il contenuto d'aria, il rapporto acqua/cemento e l'acqua essudata (bleeding).

La prova di consistenza si eseguirà misurando l'abbassamento al cono di ABRAMS (slump), come disposto

dalla Norma UNI EN 12350-2:2009.

Tale prova sarà considerata significativa per abbassamenti compresi tra 2 e 25 cm.

Per abbassamenti inferiori a 2 cm si dovrà eseguire la prova con la tavola a scosse secondo la Norma UNI EN 12350-5:2009 o con l'apparecchio VEBE secondo la Norma UNI EN 12350-3:2009.

La prova di omogeneità verrà eseguita vagliando ad umido due campioni di conglomerato, prelevati a 1/5 e 4/5 dello scarico della betoniera, attraverso il vaglio a maglia quadra da 4 mm. La percentuale in peso di materiale grosso nei due campioni non dovrà differire più del 10%.

Inoltre lo slump dei due campioni prima della vagliatura non dovrà differire più di 3 cm.

21

La prova del contenuto d'aria è richiesta ogni qualvolta si impieghi un additivo aerante e comunque dovrà essere effettuata almeno una volta per ogni giorno di getto.

Essa verrà eseguita secondo la Norma UNI EN12350-7:2009.

Il rapporto acqua/cemento del conglomerato cementizio fresco dovrà essere controllato in cantiere, secondo la Norma UNI 6393/88, almeno una volta per ogni giorno di getto.

In fase di indurimento potrà essere prescritto il controllo della resistenza a diverse epoche di maturazione, su campioni appositamente confezionati.

Sul conglomerato cementizio indurito la Direzione Lavori potrà disporre la effettuazione di prove e controlli mediante prelievo di carote e/o altri sistemi anche non distruttivi quali ultrasuoni, misure di resistività, misure di pull out con tasselli Fischer, contenuto d'aria da aerante, ecc..

### **Resistenza dei conglomerati cementizi**

Per ciascuna determinazione in corso d'opera delle resistenze caratteristiche a compressione dei conglomerati cementizi, dovranno essere eseguiti i prelievi da effettuarsi in conformità alle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 1086 del 5/11/1971 (D.M. 2018).

I prelievi, eseguiti in contraddittorio con l'Impresa Affidataria, verranno effettuati separatamente per ogni opera e per ogni tipo e classe di conglomerato cementizio previsti negli elaborati progettuali.

Di tali operazioni, eseguite a cura e spese dell'Impresa Affidataria e sotto il controllo della Direzione Lavori, secondo le Norme UNI vigenti, verranno redatti appositi verbali numerati progressivamente e controfirmati dalle parti.

I provini, contraddistinti col numero progressivo del relativo verbale di prelievo, verranno custoditi a cura e spese dell'Impresa Affidataria in locali ritenuti idonei dalla Direzione Lavori, previa apposizione di sigilli e firma del Direttore dei Lavori e dell'Impresa Affidataria, nei modi più adatti a garantire la autenticità e la corretta stagionatura (UNI EN 12390-2:2009).

Con i provini della prima serie di prelievi, verranno effettuate presso i Laboratori Ufficiali e/o concordati con la D.L., alla presenza dell'Impresa Affidataria, le prove atte a determinare le resistenze caratteristiche alle differenti epoche di stagionatura secondo le disposizioni che al riguardo saranno impartite dalla Direzione Lavori.

I risultati delle prove di rottura, effettuate sui provini della prima serie di prelievi, saranno presi a base per la contabilizzazione provvisoria dei lavori a condizione che il valore della resistenza caratteristica cubica a compressione a ventotto giorni di maturazione ( $R_{ck}$ ), accertato per ciascun tipo e classe di calcestruzzo, non risulti inferiore a quello della classe indicata negli elaborati progettuali.

Nel caso che, la resistenza caratteristica ( $R_{ck}$ ) ricavata dalle prove della prima serie di prelievi, risultasse essere inferiore a quella prevista, la Direzione Lavori, nell'attesa dei risultati ufficiali, potrà a suo insindacabile giudizio ordinare la sospensione dei getti della parte di opera interessata senza che l'Impresa Affidataria possa accampare per questo alcun diritto o compenso.

22

I provini della seconda serie di prelievi dovranno essere sottoposti a prove presso Laboratori Ufficiali; per i calcestruzzi non armati o debolmente armati (fino ad un massimo di 30 kg/m<sup>3</sup> di acciaio), a condizione che i relativi della prima serie abbiano ottenuto risultati non inferiore a quelli previsti, si sottoporrà a prova soltanto il 10% dei prelievi.

Se dalle prove eseguite presso Laboratori Ufficiali sui provini della seconda serie di prelievi risultasse un valore della resistenza ( $R_{ck}$ ), non inferiore a quella prevista, tale risultanza verrà presa a base della contabilizzazione definitiva dei lavori; se, invece, risultasse un valore ( $R_{ck}$ ) inferiore di non più del 10% rispetto a quello della classe indicata negli elaborati progettuali, la Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista, effettuerà una determinazione sperimentale della resistenza meccanica del conglomerato cementizio in opera e successivamente una verifica della sicurezza.

Nel caso che tale verifica dia esito positivo, il conglomerato cementizio potrà essere accettato.

Qualora, poi, la resistenza caratteristica risultasse minore di quella richiesta di più del 10%, l'Impresa Affidataria sarà tenuta, a sua totale cura e spese, alla demolizione e rifacimento dell'opera oppure all'adozione di quei provvedimenti che, proposti dalla stessa, per diventare operativi dovranno essere formalmente approvati dal Progettista.

Nessun indennizzo o compenso sarà dovuto all'Impresa Affidataria se la resistenza (Rck) risulterà maggiore a quella indicata negli elaborati progettuali.

Saranno a carico dell'Impresa Affidataria tutti gli oneri relativi alle prove di Laboratorio, sia effettuate presso i laboratori Ufficiali e/o concordati con la D.L., sia presso i Laboratori Ufficiali, comprese le spese per il rilascio dei certificati.

### **2.3 Documentazione da produrre**

L'Appaltatore deve fare pervenire al Committente, entro i termini concordati, comunque prima dell'inizio dei lavori:

- i documenti comprovanti l'avvenuto deposito del progetto strutturale, ai sensi della normativa 1086/71, presso gli organi competenti;
- le schede tecniche, le certificazioni di origine dei materiali e le eventuali prove di laboratorio.

### **2.4 Oneri a carico dell'Appaltatore**

Sono a carico dell'Appaltatore i seguenti oneri:

#### **Getti**

- la vibratura;
- la formazione di fori o di vani per canne, condutture, ecc., tempestivamente segnalati;
- la posa di tubi, canne, ecc. da annegare nei getti;

#### **Acciaio d'armatura**

- lo sfrido;
- la lavorazione, la messa in opera e la legatura con filo ricotto.

#### **Casseri**

23

- le armature e le puntellazioni per le altezze necessarie al raggiungimento delle quote previste dal progetto;
- l'armo, il disarmo, il consumo, lo sfrido;
- gli oneri, nel caso di getti da lasciare con finitura "a vista", per l'impiego di tavole piallate, unite e per la particolare cura nella predisposizione del cassero e del disarmo.

24

## **3 Strutture in acciaio**

Le prescrizioni che seguono, sono relative alla fornitura in opera di elementi in acciaio, secondo le indicazioni dei disegni e, in generale, del progetto strutturale.

Il fine ultimo è l'ottenimento di un sistema che assolve alla funzione statica, alla perfetta stabilità e sicurezza della struttura e sua conservazione nel tempo.

I singoli elementi devono essere dati in opera completi di tutto quanto può servire al conseguimento dei risultati richiesti.

Per quanto attiene alle responsabilità si stabilisce che:

- al progettista ed al direttore dei lavori per la produzione ed il montaggio che operano per conto dell'Appaltatore competono tutte le responsabilità e le incombenze poste a loro carico dal D.P.R. 6 giugno 2001 n° 380;

- al Committente e al Direttore dei Lavori competono le responsabilità e le incombenze relative al coordinamento e all'alta sorveglianza di tutti i lavori senza nulla togliere alle responsabilità poste a carico del progettista ed a carico del direttore dei lavori che operano per conto dell'Appaltatore.

L'appaltatore dovrà garantire, attraverso una idonea scelta della carpenteria metallica, il rispetto della norma UNI EN 1090, inerente la marcatura CE delle strutture metalliche.

### **3.1 Requisiti e prestazioni dei materiali**

Le presenti specifiche prevedono l'impiego degli acciai denominati **S235**, **S275** e **S355** dei quali, ai punti successivi, vengono precisate le caratteristiche.

Le caratteristiche meccaniche indicate nel seguito, il prelievo dei saggi, la posizione nel pezzo da cui essi devono essere prelevati, la preparazione delle provette e le modalità di prova saranno rispondenti alle prescrizioni delle norme citate precedentemente

Le presenti norme non riguardano gli elementi di lamiera grecata ed i profilati formati a freddo, ivi



compresi i profilati cavi saldati non sottoposti a successive deformazioni o trattamenti termici. Per essi si possono adottare i metodi di calcolo indicati dal **D.M. 17 gennaio 2018** – Norme tecniche per le costruzioni, oppure dalle norme **UNI EN 1993-1** e successive modifiche e integrazioni. Potranno inoltre essere impiegati materiali e prodotti conformi ad una norma armonizzata o ad un benestare tecnico europeo così come definiti nella Direttiva 89/106/CEE, ovvero conformi a specifiche nazionali dei Paesi della Comunità europea, qualora dette specifiche garantiscano un livello di sicurezza equivalente e tale da soddisfare i requisiti essenziali della Direttiva 89/106/CEE. Tale equivalenza deve risultare accertata dal Ministero dei Lavori Pubblici, Servizio Tecnico Centrale, sentito il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

#### **Acciaio laminato**

Gli acciai di uso generale laminati a caldo, in profilati, barre, larghi piatti, lamiere e profilati cavi (anche tubi

saldati provenienti da nastro laminato a caldo), dovranno appartenere a uno dei seguenti tipi:

25

- S235 - S275 - S355;

aventi le caratteristiche meccaniche indicate al punto 11.3.4 del D.M. 17 gennaio 2018.

Gli acciai destinati alle strutture saldate (ovvero la quasi totalità delle carpenterie presenti nel progetto in questione) dovranno anche corrispondere alle prescrizioni del punto 11.3.4.4 del D.M. 17 gennaio 2018.

Caratteristiche meccaniche

I valori indicati nei prospetti seguenti sono da intendersi come valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento  $f_{yk}$  e di rottura  $f_{tk}$  (si veda tab. 4.2.I del D.M. 17 gennaio 2018).

Controlli sui prodotti laminati

I controlli sui laminati verranno eseguiti secondo le prescrizioni di cui al § 11.3.4.11 del D.M. 17-01-2018.

26

#### **Fragilit • alle basse temperature**

La temperatura minima alla quale l'acciaio di una struttura saldata può essere utilizzato senza pericolo di rottura fragile, in assenza di dati più precisi, deve essere stimata sulla base della temperatura  $T$  alla quale per detto acciaio può essere garantita una resilienza KV, secondo EN 10045/1<sup>a</sup>, di 27 J.

La temperatura  $T$  deve risultare minore o uguale a quella minima di servizio per elementi importanti di strutture saldate soggetti a trazione con tensione prossima a quella limite aventi spessori maggiori di 25 mm e forme tali da produrre sensibili concentrazioni locali di sforzi, saldature di testa o d'angolo non soggette a controllo, od accentuate deformazioni plastiche di formatura. A parità di altre condizioni, via via che diminuisce lo spessore, la temperatura  $T$  potrà innalzarsi a giudizio del progettista fino ad una temperatura di circa 30°C maggiore di quella minima di servizio per spessori dell'ordine di 10 millimetri. Un aumento può aver luogo anche per spessori fino a 25 mm via via che l'importanza dell'elemento strutturale decresce o che le altre condizioni si attenuano.

Il progettista, stimata la temperatura  $T$  alla quale la resistenza di 27 J deve essere assicurata, sceglierà nella unificazione e nei cataloghi dei produttori l'acciaio soddisfacente questa condizione.

27

#### **Saldature**

Vista la geometria di alcuni elementi strutturali, travi in acciaio e pennoni in particolare, e vista l'orografia e

accessibilità del cantiere, sarà indispensabile realizzare in officina (autorizzata e certificata norma UNI EN

1090) pezzi da comporre in opera. Per la connessione degli stessi dovranno essere eseguite saldature in opera a completo ripristino di resistenza tra le varie porzioni di elementi. Tale operazione dovrà essere eseguita da personale altamente qualificato e sempre in accordo alle normative vigenti in materia di carpenteria metallica e saldature. E' auspicabile che venga predisposto nell'area di cantiere (prima della zona in cui saranno presenti elementi funzionali al varo del ponte) una zona adibita alle saldature, che presenti caratteristiche ambientali e logistiche in grado di agevolare le operazioni di connessione. Al termine delle operazioni di connessione sarà necessario ripristinare tramite zincatura a freddo le parti interessate dal procedimento di saldatura.

Procedimenti di saldatura

Possono essere impiegati i seguenti procedimenti:

- saldatura manuale ad arco con elettrodi rivestiti;

- saldatura automatica ad arco sommerso;
- saldatura automatica o semiautomatica sotto gas protettore (CO<sub>2</sub> o sue miscele);
- altro procedimento di saldatura la cui attitudine a garantire una saldatura pienamente efficiente deve essere previamente verificata mediante le prove indicate al punto 11.3.4.5. del D.M. 17 gennaio 2018.

Per la saldatura manuale ad arco devono essere impiegati elettrodi omologati secondo **UNI 5132 – Elettrodi**

*rivestiti per la saldatura ad arco degli acciai non legati e debolmente legati al manganese*, adatti al materiale base:

- per gli acciai S235 (Fe 360) ed S275 (Fe 430) devono essere impiegati elettrodi del tipo E 44 di classi di qualità 2, 3 o 4; per spessori maggiori di 30 mm o temperatura di esercizio minore di 0°C saranno ammessi solo elettrodi di classe 4 B;
- per l'acciaio S355 (Fe 510) devono essere impiegati elettrodi del tipo E 52 di classi di qualità 3 B o 4 B; per spessori maggiori di 20 mm o temperature di esercizio minori di 0°C saranno ammessi solo elettrodi di classe 4 B.

### **Bulloni**

Classi di bulloni

Normali Ad alta resistenza

Vite 4.6 5.6 6.8 8.8 10.9

Dado 4 5 6 8 10

28

Bulloni per giunzioni ad attrito

Elemento Materiale Riferimento

Viti 8.8 - 10.9 secondo UNI EN ISO 898-1 UNI EN 14399 :2005

Dadi 8 – 10 secondo UNI EN 20898-2:1994 parti 3 e 4

Rosette

Acciaio C 50 UNI EN 10083-2:2006

temperato e rinvenuto HRC 32÷ 40 UNI EN 14399 :2005

parti 5 e 6

Piastrine

Acciaio C 50 UNI EN 10083-2:2006

temperato e rinvenuto HRC 32÷ 40

La bulloneria in acciaio dovrà inoltre rispettare quanto previsto da:

UNI EN ISO 4014:2003 – Viti a testa esagonale con gambo parzialmente filettato. Categorie A e B.

UNI EN ISO 4016:2002 – Viti a testa esagonale con gambo parzialmente filettato. Categoria C.

UNI EN ISO 4017:2002 – Viti a testa esagonale con gambo interamente filettato. Categorie A e B.

UNI EN ISO 4018:2002 – Viti a testa esagonale con gambo interamente filettato. Categoria C.

UNI 3740 – Elementi di collegamento filettato in acciaio.

UNI 5712 – Viti a testa esagonale larga ad alta resistenza per carpenteria. Filettatura metrica ISO a passo grosso.

UNI 5713 – Dadi esagonali ad alta resistenza per carpenteria. Filettatura metrica ISO a passo grosso.

29

## **3.2 Esecuzione**

### **Composizione degli elementi strutturali**

Spessori limite

È vietato l'uso di profilati con spessore  $t < 4$  mm. Una deroga a tale norma, fino ad uno spessore  $t = 3$  mm, è

consentita per opere sicuramente protette contro la corrosione, quali per esempio tubi chiusi alle estremità e profilati zincati, od opere non esposte agli agenti atmosferici.

Le limitazioni di cui sopra non riguardano ovviamente elementi di lamiera grecata e profili sagomati a freddo in genere per i quali occorre fare riferimento ad altre prescrizioni costruttive e di calcolo.

Impiego di ferri piatti

L'impiego di piatti o larghi piatti, in luogo di lamiere, per anime e relativi coprighiunti delle travi a parete piena, e in genere per gli elementi in lastra soggetti a stati di tensione biassiali appartenenti a membrature aventi funzione statica non secondaria, è ammesso soltanto se i requisiti di accettazione prescritti per il

materiale (in particolare quelli relativi alle prove di piegamento a freddo e resilienza) siano verificati anche

nella direzione normale a quella di laminazione.

**Variazione di sezione**

Le eventuali variazioni di sezione di una stessa membratura devono essere il più possibile gradualì, soprattutto in presenza di fenomeni di fatica. Di regola sono da evitarsi le pieghe brusche. In ogni caso si dovrà tener conto degli effetti dell'eccentricità.

Nelle lamiere o piatti appartenenti a membrature principali e nelle piastre di attacco le concentrazioni di sforzo in corrispondenza di angoli vivi rientranti debbono essere evitate mediante raccordi i cui raggi saranno indicati nei disegni di progetto.

**Giunti di tipo misto**

In uno stesso giunto è vietato l'impiego di differenti metodi di collegamento di forza (ad esempio saldatura e bullonatura o chiodatura), a meno che uno solo di essi sia in grado di sopportare l'intero sforzo.

**Unioni con bulloni normali e ad attrito**

**Bulloni**

La lunghezza del tratto non filettato del gambo del bullone deve essere in generale maggiore di quella delle parti da serrare e si deve sempre far uso di rosette. È tollerato tuttavia che non più di mezza spira del filetto rimanga compresa nel foro. Qualora resti compreso nel foro un tratto filettato se ne dovrà tenere adeguato conto nelle verifiche di resistenza.

In presenza di vibrazioni o inversioni di sforzo, si devono impiegare controdadi oppure rosette elastiche, tali da impedire l'allentamento del dado. Per bulloni con viti 8.8 e 10.9 è sufficiente l'adeguato serraggio.

30

**Diametri normali**

Di regola, nelle unioni bullonate normali, si devono impiegare bulloni dei seguenti diametri:

- $d = 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 27 \text{ mm}$

I fori devono avere diametro uguale a quello del bullone maggiorato di 1 mm fino al diametro 20 mm e di 1,5 mm oltre il diametro 20 mm, quando è ammissibile un assestamento sotto carico del giunto.

Quando tale assestamento non è ammesso, il gioco complessivo tra diametro del bullone e diametro del foro non dovrà superare 0,3 mm, ivi comprese le tolleranze.

Nei disegni si devono contraddistinguere con opportune convenzioni i bulloni dei vari diametri e devono essere precisati i giuochi foro-bullone.

**Unioni ad attrito**

Nelle unioni ad attrito si impiegano bulloni ad alta resistenza. Il gambo può essere filettato per tutta la lunghezza.

Le rosette, disposte una sotto il dado e una sotto la testa, devono avere uno smusso a 45° in un orlo interno ed identico smusso sul corrispondente orlo esterno. Nel montaggio lo smusso deve essere rivolto verso la testa della vite o verso il dado. I bulloni, i dadi e le rosette devono portare, in rilievo impresso, il marchio di fabbrica e la classificazione secondo la citata **UNI 3740**.

**Diametri normali**

Di regola, nelle unioni ad attrito, si devono impiegare bulloni dei seguenti diametri:

- $d = 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 27 \text{ mm}$

e fori di diametro pari a quello del bullone maggiorato di 1,5 mm fino al diametro 24 mm e di 2 mm per il diametro 27 mm. Nei disegni devono essere distinti con opportune convenzioni i bulloni dei vari diametri.

Nelle unioni bullonate il serraggio dovrà inoltre rispettare quanto previsto da:

UNI EN 14399:2005 – Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato.

UNI EN 15048:2007 – Bulloneria strutturale non a serraggio controllato.

**Unioni saldate**

Per gli attacchi d'estremità di aste sollecitate da forza normale, realizzati soltanto con cordoni d'angolo paralleli all'asse di sollecitazione, la lunghezza minima dei cordoni stessi deve essere pari a 15 volte lo spessore.

L'impiego di saldature entro fori o intagli deve essere considerato eccezionale: qualora detti fori o intagli debbano essere usati, il loro contorno non dovrà presentare punti angolosi, né raggi di curvatura minori di metà della dimensione minima dell'intaglio.

31

I giunti testa a testa di maggior importanza appartenenti a membrature tese esposte a temperature minori

di 0 °C devono essere previsti con saldatura di I classe.

La saldatura a tratti non è ammessa che per cordoni d'angolo.

Nei giunti a croce o a T a completa penetrazione dovrà essere previsto un graduale allargamento della saldatura, la cui larghezza dovrà essere almeno pari a 1,3 volte lo spessore in corrispondenza della lamiera su cui viene a intestarsi.

#### **Modalità • esecutive per le unioni di strutture in acciaio**

Unioni ad attrito

Le superfici di contatto al montaggio si devono presentare pulite, prive cioè di olio, vernice, scaglie di laminazione, macchie di grasso.

La pulitura deve, di norma, essere eseguita con sabbiatura al metallo bianco; è ammessa la semplice pulizia meccanica delle superfici a contatto per giunzioni montate in opera, purché vengano completamente eliminati tutti i prodotti della corrosione e tutte le impurità della superficie metallica. Conformemente a quanto suggerito dalle NTC2018 (par. 4.2.8.1.1) per le giunzioni sabbiature al metallo bianco e protette sino al serraggio dei bulloni si potrà assumere  $\mu = 0,45$ .

I bulloni, i dadi e le rosette dovranno corrispondere a quanto prescritto precedentemente.

Nei giunti flangiati dovranno essere particolarmente curati la planarità ed il parallelismo delle superfici di contatto.

Per il serraggio dei bulloni si devono usare chiavi dinamometriche a mano, con o senza meccanismo limitatore della coppia applicata, o chiavi pneumatiche con limitatore della coppia applicata; tutte peraltro devono essere tali da garantire una precisione non minore di  $\pm 5\%$ .

Il valore della coppia di serraggio, da applicare sul dado o sulla testa del bullone, deve essere quella indicata

al § 4.2.8 del D.M. 17 gennaio 2018.

Per verificare l'efficienza dei giunti serrati, il controllo della coppia torcente applicata può essere effettuato in uno dei seguenti modi:

- si misura con chiave dinamometrica la coppia richiesta per far ruotare ulteriormente di 10° il dado;
- dopo aver marcato dado e bullone per identificare la loro posizione relativa, il dado deve essere prima allentato con una rotazione almeno pari a 60° e poi riserrato, controllando se l'applicazione della coppia prescritta riporta il dado nella posizione originale.

Se in un giunto anche un solo bullone non risponde alle prescrizioni circa il serraggio, tutti i bulloni del giunto devono essere controllati.

32

Unioni saldate

Sia in officina sia in cantiere, le saldature da effettuare con elettrodi rivestiti devono essere eseguite da saldatori che abbiano superato, per la relativa qualifica, le prove richieste dalla **UNI 4634**.

Per le costruzioni tubolari si farà riferimento alla **UNI 4633** per i giunti di testa.

Le saldature da effettuare con altri procedimenti devono essere eseguite da operai sufficientemente addestrati all'uso delle apparecchiature relative ed al rispetto delle condizioni operative stabilite in sede di qualifica del procedimento.

I lembi, al momento della saldatura, devono essere regolari, lisci ed esenti da incrostazioni, ruggine, scaglie, grassi, vernici, irregolarità locali ed umidità.

Il disallineamento dei lembi deve essere non maggiore di 1/8 dello spessore con un massimo di 1,5 mm; nel caso di saldatura manuale ripresa al vertice, si potrà tollerare un disallineamento di entità doppia.

Nei giunti di testa ed in quelli a T a completa penetrazione effettuati con saldatura manuale, il vertice della saldatura deve essere sempre asportato, per la profondità richiesta per raggiungere il metallo perfettamente sano, a mezzo di scalpellatura, smerigliatura, od altro adeguato sistema, prima di effettuare la seconda saldatura (nel caso di saldature effettuate dai due lati) o la ripresa.

Qualora ciò non sia assolutamente possibile, si deve fare ricorso alla preparazione a V con piatto di sostegno che è, peraltro, sconsigliata nel caso di strutture sollecitate a fatica od alla saldatura effettuata da saldatori speciali secondo la citata **UNI 4634** o, nel caso di strutture tubolari, di classe TT secondo la citata

**UNI 4633**.

33

Unioni per contatto

Le superfici di contatto devono essere convenientemente piane ed ortogonali all'asse delle membrature collegate.

Le membrature senza flange di estremità devono avere le superfici di contatto segate o, se occorre, lavorate con la piallatrice, la fresatrice o la molatrice.

Per le membrature munite di flange di estremità si dovranno distinguere i seguenti casi:

- per flange di spessore inferiore o uguale a 50 mm è sufficiente la spianatura alla pressa o con sistema equivalente;
- per flange di spessore compreso tra i 50 ed i 100 mm, quando non sia possibile una accurata spianatura alla pressa, è necessario procedere alla piallatura o alla fresatura delle superfici di appoggio;
- per flange di spessore maggiore di 100 mm le superfici di contatto devono sempre essere lavorate alla pialla o alla fresa.

Nel caso particolare delle piastre di base delle colonne si distingueranno i due casi seguenti:

- per basi senza livellamento con malta occorre, sia per la piastra della colonna che per l'eventuale contropiastra di fondazione, un accurato spianamento alla pressa e preferibilmente la piallatura o la fresatura;
- per basi livellate con malta non occorre lavorazione particolare delle piastre di base.

Prescrizioni particolari

Quando le superfici comprendenti lo spessore da bullonare per una giunzione di forza non abbiano giacitura ortogonale agli assi dei fori, i bulloni devono essere piazzati con interposte rosette cuneiformi, tali

da garantire un assetto corretto della testa e del dado e da consentire un serraggio normale.

34

### **Piastre ed apparecchi di appoggio**

Basi di colonne

Le piastre di appoggio e le relative eventuali costolature devono essere proporzionate in modo da assicurare una ripartizione approssimativamente lineare della pressione sul cuscinetto sottostante. I bulloni di ancoraggio devono essere collocati a conveniente distanza dalle superfici che limitano lateralmente la fondazione. La lunghezza degli ancoraggi è quella prescritta al punto 4.1.2.1.1.4 del D.M. 17

gennaio 2018, quando non si faccia ricorso a traverse d'ancoraggio o dispositivi analoghi.

Appoggi metallici fissi

Di regola, per gli appoggi scorrevoli, non sono da impiegare più di due rulli o segmenti di rullo; se i rulli sono due occorrerà sovrapporre ad essi un bilanciere che assicuri l'equipartizione del carico. Il movimento di traslazione dei rulli deve essere guidato in modo opportuno, dispositivi di arresto devono essere previsti dove il caso lo richieda. Le parti degli apparecchi che trasmettono pressioni per contatto possono essere di acciaio fuso, oppure ottenute per saldatura di laminati di acciaio. Le superfici di contatto devono essere lavorate con macchina utensile.

Appoggi in gomma

Per questo tipo di appoggi valgono le istruzioni di cui alla norma CNR 10018/87 (Bollettino Ufficiale C.N.R. -

XXVI - n. 161 - 1992).

Appoggio delle piastre di base

È necessario curare che la piastra di base degli apparecchi di appoggio delle colonne appoggi per tutta la sua superficie sulla sottostruttura attraverso un letto di malta.

### **Travi a parete piena e reticolare**

Travi chiodate

Nel proporzionamento delle chiodature che uniscono all'anima i cantonali del corrente caricato, si deve tener conto del contributo di sollecitazione di eventuali carichi direttamente applicati al corrente stesso. Se tali carichi sono concentrati ed il corrente è sprovvisto di piattabande, si provvederà a diffonderli con piastra di ripartizione.

Le interruzioni degli elementi costituenti le travi devono essere convenientemente distanziate e singolarmente provviste di coprigiunto. La coincidenza trasversale di più interruzioni non è ammessa neanche per coprigiunto adeguato alla sezione interrotta, eccettuato il caso di giunti di montaggio. I coprigiunti destinati a ricostituire l'intera sezione dell'anima devono estendersi all'intera altezza di essa. Nelle travi con pacchetti di piattabande distribuite con il criterio di ottenere l'uniforme resistenza a flessione, ciascuna piattabanda deve essere attaccata al pacchetto esternamente alla zona dove ne è necessario il contributo; il prolungamento di ogni piattabanda oltre la sezione in cui il momento flettente

massimo eguaglia quello resistente, deve essere sufficiente per consentire la disposizione di almeno due file di chiodi, la prima delle quali può essere disposta in corrispondenza della sezione suddetta.

#### Travi saldate

Quando le piattabande sono più di una per ciascun corrente si potranno unire tra loro con cordoni d'angolo laterali lungo i bordi, purché abbiano larghezza non maggiore di 30 volte lo spessore.

L'interruzione di ciascuna piattabanda deve avvenire esternamente alla zona dove ne è necessario il contributo, prolungandosi per un tratto pari almeno alla metà della propria larghezza. In corrispondenza della sezione terminale di ogni singolo tronco di piattabanda si deve eseguire un cordone d'angolo di chiusura che abbia altezza di gola pari almeno alla metà dello spessore della piattabanda stessa e sezione dissimmetrica col lato più lungo nella direzione della piattabanda. Inoltre, in presenza di fenomeni di fatica, la piattabanda deve essere raccordata al cordone con opportuna rastremazione.

#### Nervature dell'anima

Le nervature di irrigidimento dell'anima in corrispondenza degli appoggi della trave o delle sezioni in cui sono applicati carichi concentrati devono essere, di regola, disposte simmetricamente rispetto all'anima e verificate a carico di punta per l'intera azione localizzata.

Potrà a tali effetti considerarsi collaborante con l'irrigidimento una porzione d'anima di larghezza non superiore a  $15\varepsilon$  volte lo spessore dell'anima, da entrambe le parti adiacenti alle nervature stesse, con  $\varepsilon = (235/f_Y)0.5$ .

Per la lunghezza d'inflessione dovrà assumersi un valore commisurato alle effettive condizioni di vincolo dell'irrigidimento ed in ogni caso non inferiore ai  $3/4$  dell'altezza dell'anima.

Le nervature di irrigidimento di travi composte saldate devono essere collegate all'anima mediante cordoni di saldatura sottili e, di regola, continui.

Nel caso si adottino cordoni discontinui, la lunghezza dei tratti non saldati dovrà essere inferiore a 12 volte lo spessore dell'anima, e, in ogni caso, a 25 cm; inoltre nelle travi soggette a fatica si verificherà che la tensione longitudinale nell'anima non superi quella ammissibile a fatica per le disposizioni corrispondenti.

#### Travi reticolari

Gli assi baricentrici delle aste devono di regola coincidere con gli assi dello schema reticolare; tale avvertenza è particolarmente importante per le strutture sollecitate a fatica. La coincidenza predetta per le aste di strutture chiodate o bullonate costituite da cantonali può essere osservata per gli assi di chiodatura e bullonatura anziché per gli assi baricentrici.

Il baricentro della sezione resistente del collegamento ai nodi deve cadere, di regola, sull'asse geometrico dell'asta. Ove tale condizione non sia conseguibile, dovrà essere considerato, nel calcolo del collegamento, il momento dovuto all'eccentricità tra baricentro del collegamento e asse baricentrico dell'asta.

Nei correnti a sezione variabile gli elementi, che via via si richiedono in aumento della sezione resistente, devono avere lunghezza tale da essere pienamente efficienti là ove ne è necessario il contributo.

#### Verniciatura e zincatura

Gli elementi delle strutture in acciaio, a meno che siano di comprovata resistenza alla corrosione, dovranno essere idoneamente protetti tenendo conto del tipo di acciaio, della sua posizione nella struttura e dell'ambiente nel quale è collocato.

Devono essere particolarmente protetti gli elementi dei giunti ad attrito, in modo da impedire qualsiasi infiltrazione all'interno del giunto.

Il progettista prescriverà il tipo e le modalità di applicazione della protezione, che potrà essere di pitturazione o di zincatura a caldo.

Le saldature in opera dovranno essere precedute dalla locale rimozione dello strato di zincatura/verniciatura. Al termine delle operazioni di saldatura, il trattamento superficiale dovrà essere ripristinato in opera mediante zincatura a freddo e/o verniciatura.

Gli elementi destinati ad essere incorporati in getti di conglomerato cementizio non dovranno essere pitturati: potranno essere invece zincati a caldo.

#### Note generali

Già durante le lavorazioni in officina e poi nella fase di montaggio in cantiere avranno luogo i prelievi, le prove ed i controlli di produzione con le modalità e le periodicità previste dalla normativa vigente.

E' lasciata responsabilmente all'Appaltatore la scelta dei metodi di lavorazione, dei procedimenti di

saldatura e l'impiego di quelle attrezzature che la medesima ritiene necessarie al conseguimento delle caratteristiche richieste ai vari componenti della fornitura.

L'Appaltatore nella produzione e nella spedizione dei vari elementi al cantiere deve attenersi rigorosamente al relativo programma tenendo presenti le eventuali osservazioni avanzate, in merito, dal Committente ed evitando spedizioni intempestive.

Tutto il materiale deve pervenire al cantiere già pronto per l'assemblaggio avendo cura di evitare lavori di adattamento in loco.

Ogni elemento deve essere marcato con la sigla che allo stesso è assegnata nello schema di montaggio.

Nella movimentazione e nel trasporto dei vari elementi l'Appaltatore deve adottare tutti quegli accorgimenti necessari per evitare danni agli elementi stessi e alla loro finitura e deve ottemperare alle disposizioni del Committente, relativamente alla sostituzione di elementi danneggiati.

La zincatura a caldo deve corrispondere alla norma UNI 5744/66 e deve essere eseguita solo su elementi finiti che non richiedano ulteriore lavorazione.

Sia la verniciatura sia la relativa preparazione devono essere effettuate secondo quanto precisato nel capitolo "DESCRIZIONE MATERIALI", sulla base delle responsabili indicazioni della ditta fornitrice, nel rispetto della normativa richiamata nell'apposito capitolo.

Sia la zincatura sia la verniciatura di prima protezione devono essere fatte sui singoli elementi presso l'officina della ditta fornitrice o eventualmente dello zincatore, comunque prima del loro invio in cantiere.

37

La verniciatura di prima protezione deve essere compatibile con le finiture che saranno fatte in cantiere.

I trattamenti finali devono essere completati sulla struttura in opera solo se ultimata in ogni sua parte.

Gli elementi, o loro porzioni, che sono inviati in cantiere senza la verniciatura di prima protezione devono essere protetti con rivestimenti tali da poter essere facilmente rimossi al momento delle ulteriori lavorazioni in cantiere.

L'Appaltatore deve preliminarmente esaminare l'opera con i vari progettisti al fine di proporre quelle soluzioni o quei particolari accorgimenti che consentano l'ottenimento dei migliori risultati architettonici ed impiantistici, tenuto conto delle eventualmente particolari condizioni ambientali e prevedendo, dove possibile, lo smontaggio ed un equivalente reimpiego dei vari elementi.

Prima della installazione l'Appaltatore è tenuto alla verifica delle condizioni dei piani di imposta sui quali gravano i carichi trasmessi dagli elementi forniti, facendo presenti tempestivamente per iscritto al Committente e al Direttore dei Lavori, eventuali deficienze.

L'installazione resta sospesa fino a quando i piani d'imposta non sono regolarizzati.

Prima della installazione delle lamiere grecate la struttura portante deve essere ultimata in ogni particolare.

Tutte le attrezzature destinate al lavoro di montaggio devono essere idonee per l'impiego al quale vengono destinate e devono essere mantenute nelle migliori condizioni.

Le piastre di base per l'appoggio delle colonne devono appoggiare per tutta la loro estensione sulla superficie della sottostruttura e, salvo diversa indicazione dei disegni, a mezzo di un interposto letto di malta antiritiro, confezionata secondo le istruzioni del relativo fornitore.

Le strutture provvisorie potranno essere rimosse solo se la struttura permanente è nella condizione di massima sicurezza.

Lavori di qualsiasi genere che portino ad una variazione negli elementi indicati nel progetto originario dovranno essere preliminarmente comunicati al Committente e al Direttore dei Lavori a mezzo di disegni in variante.

Le connessioni fatte in cantiere possono essere verniciate dopo ispezione ed approvazione da parte del Committente.

Eventuali rappezzi alla verniciatura devono essere fatti con passate di diverso colore, previo il trattamento di preparazione adeguato alla superficie da verniciare.

Il trattamento antincendio è realizzato per mezzo di pitture intumescenti o di rivestimento a spruzzo a base minerale secondo quanto precisato nel capitolo "DESCRIZIONE DEI MATERIALI" sulla base delle responsabili indicazioni della ditta fornitrice.

Il trattamento antincendio deve garantire la tenuta al fuoco per il tempo richiesto.

#### **Tolleranze**

Vale quanto specificato al paragrafo 2.2.2 per le strutture in c.a.

38

### 3.3 Documentazione da produrre

L'Appaltatore deve far pervenire al Committente e al Direttore dei Lavori, entro i termini concordati, comunque inderogabilmente prima di iniziare la fase costruttiva in officina :

- una relazione di calcolo con l'indicazione dei tipi di acciaio utilizzati sia per la struttura sia per le lamiere grecate con l'indicazione dei limiti di impiego e dei carichi trasmessi agli appoggi o alle fondazioni; la relazione deve essere completata con i richiami, documentati, all'ottemperanza di tutte le procedure stabilite dalla normativa vigente;
- riferimento ai trattamenti per la eventualmente richiesta protezione al fuoco con l'indicazione delle modalità applicative, dalla preparazione del sottofondo fino alla finitura superficiale;
- riferimento ai trattamenti per la eventuale richiesta di pitturazione, che tengano conto delle caratteristiche ambientali, con l'indicazione della preparazione dei sottofondi, dei vari strati con il loro tipo e spessore e del numero delle varie passate;
- riferimento al procedimento di saldatura adottato in conseguenza dei risultati delle prove preliminari;
- riferimento alle classi dei bulloni;
- riferimento alla documentazione (da allegare) relativa alla qualificazione dei saldatori;
- i campioni, nelle dimensioni da concordare con la Committente, che documentino la riuscita della finitura superficiale nel rispetto delle prescrizioni date;
- i risultati dei controlli effettuati, secondo la normativa vigente, durante la lavorazione in officina;
- tutte le certificazioni e le prove di laboratorio necessarie per verificare la rispondenza dei materiali utilizzati alle prescrizioni di progetto e di calcolo.

### 3.4 Controlli, prove e collaudi

I controlli richiesti per le strutture in acciaio potranno essere i seguenti:

- esame visivo conformemente alle norme CNR UNI 10011;
- controllo chimico che accerti che la composizione dei materiali rispecchi quanto previsto dalle norme suddette;
- controllo con chiave dinamometrica che accerti che i bulloni di ogni classe siano serrati secondo quanto previsto dalla norma CNR UNI 10011.
- controllo della corretta esecuzione delle saldature.

Data la complessità delle problematiche è consigliabile che il collaudatore si avvalga del supporto di strutture specializzate in questo genere di controlli aventi personale ed attrezzature adeguate.

Norme di riferimento:

- CNR UNI 10011 Costruzioni di acciaio. Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione.

#### Qualifica dei procedimenti di saldatura

L'impiego di elettrodi omologati secondo la norma **UNI 5132** esime da ogni prova di qualifica del procedimento. Per l'impiego degli altri procedimenti di saldatura occorre eseguire prove preliminari di qualifica intese ad accertare:

39

- l'attitudine ad eseguire i principali tipi di giunto previsti nella struttura ottenendo giunti corretti sia per aspetto esterno che per assenza di sensibili difetti interni, da accertare con prove non distruttive o con prove di rottura sul giunto;
- la resistenza a trazione su giunti testa a testa, mediante provette trasversali al giunto, resistenza che deve risultare non inferiore a quella del materiale base;
- la capacità di deformazione del giunto, mediante provette di piegamento che dovranno potersi piegare a 180° su mandrino con diametro pari a 3 volte lo spessore per l'acciaio S235 (Fe 360) ed S275 (Fe 430) e a 4 volte lo spessore per l'acciaio S355 (Fe 510);
- la resilienza su provette intagliate a V secondo EN 10045/1a, ricavate trasversalmente al giunto saldato, resilienza che verrà verificata a +20°C se la struttura deve essere impiegata a temperatura maggiore o uguale a 0 °C, o a 0 °C nel caso di temperature minori; nel caso di saldatura ad elettrogas o elettroscoria tale verifica verrà eseguita anche nella zona del materiale base adiacente alla zona fusa dove maggiore è l'alterazione metallurgica per l'alto apporto termico.

I provini per le prove di trazione, di piegamento, di resilienza ed eventualmente per altre prove meccaniche, se ritenute necessarie, verranno ricavati da saggi testa a testa saldati; saranno scelti allo scopo



gli spessori più significativi della struttura.

Norme di riferimento:

- UNI 5132 Elettrodi rivestiti per la saldatura ad arco degli acciai non legati e debolmente legati al manganese. Condizioni tecniche generali, simboli e modalità di prova.
- UNI EN 10045-1 Materiali metallici. Prova di resilienza su provetta Charpy. Metodo di prova.

### **Controllo di qualità • delle strutture saldate**

Il controllo delle saldature come il collaudo e il controllo di qualità deve accertare che le giunzioni saldate corrispondano alla qualità richiesta dalle condizioni di esercizio e quindi progettuali.

Tuttavia le caratteristiche particolari del procedimento di giunzione mediante saldatura suggeriscono l'esecuzione di controlli in senso più lato, comprendente oltre al collaudo vero e proprio della saldatura, prove, verifiche preliminari e ispezioni in corso d'opera per prevenire esecuzioni errate prima del loro collaudo finale. Una corretta e scrupolosa progettazione strutturale dovrebbe essere completata da una corretta esecuzione delle opere, eseguendo gli opportuni controlli in corso d'opera, specie in presenza di saldature di significative parti della struttura, ciò per evitare riduzioni del coefficiente di sicurezza, che falserebbero le previsioni teoriche di calcolo.

Per un'ottimale saldatura bisogna fare riferimento ai seguenti punti:

- controllo di tutti i fattori di cui è già nota e certa l'influenza sicura, positiva o negativa (tipi di materiali, preparazione dei lembi, posizioni di saldatura, tecnica di saldatura, manodopera impiegata);
- valutazione pratica, mediante prove da effettuarsi prima della realizzazione dell'opera, dell'effetto di fattori di cui non è definibile a priori l'influenza e che possono essere collegati all'impiego di materiali, tecniche e condizioni di saldatura non consuete;
- applicazione di tutte le precauzioni che l'esperienza e le regole dell'arte suggeriscono;

40

- valutazione diretta dei risultati ottenuti sulle saldature dell'opera.

Il controllo delle saldature avviene nelle seguenti tre fasi:

- 1) verifiche e prove preliminari;
- 2) ispezione durante la preparazione e l'esecuzione delle saldature;
- 3) controllo diretto dei giunti saldati.

La prima fase è quella che viene tradizionalmente chiamata controllo indiretto delle saldature.

Tra le verifiche e le prove preliminari, cioè precedenti l'esecuzione delle saldature della costruzione, il tecnico eseguirà l'esame della documentazione progettuale.

Di esse sono rilevanti l'esame del progetto esecutivo in modo da potere fornire all'officina tutti i dati necessari e l'adeguatezza dei materiali e delle tecniche di saldatura previste.

Con l'ispezione durante la costruzione il tecnico potrà accertarsi che tutto quello che è stato stabilito nella documentazione tecnica fornita all'officina, e i particolari accorgimenti dalla buona pratica siano effettivamente adottati per garantire una migliore esecuzione della saldatura.

Con il controllo diretto invece si procede al collaudo vero e proprio del giunto realizzato.

Nella pratica il controllo non segue rigidamente le tre fasi.

### **Controllo indiretto Controllo diretto**

Esame della documentazione tecnica

Prove di qualifica dei saldatori

Prove di saldabilità dei materiali base

Prove sui materiali d'apporto

Prove di qualifica dei procedimenti

Distruttivo

Semidistruttivo

Non distruttivo

### **Difetti delle saldature**

In generale i difetti di saldatura sono delle discontinuità che possono distinguersi nei seguenti due tipi 29:

- **disomogeneità metallurgiche** (chimiche o strutturali) tra la zona fusa e/o la zona termicamente alterata ed il materiale base inalterato, nocive alle caratteristiche meccaniche e ad altre caratteristiche del giunto (per esempio tempra o ingrossamento del grano nella saldatura degli acciai al carbonio, precipitazione di fase sigma o di carburi di cromo nella saldatura degli acciai inossidabili austenitici al cromo-nichel);
- **discontinuità metalliche**, nocive essenzialmente alle caratteristiche meccaniche, ma che in certi

casi possono influenzare anche altre caratteristiche del giunto come, ad esempio, cricche o inclusioni di scorie.

41

I difetti del primo tipo possono essere individuati con prove meccaniche, di resistenza alla corrosione, esami al microscopio metallografico.

I difetti del secondo tipo si individuano con controlli non distruttivi come l'esame radiografico o quello ultrasonico.

Si fa rilevare che con i controlli non distruttivi non si ha la possibilità di individuare i difetti del primo tipo, da ciò discende la particolare metodologia di collaudo delle costruzioni saldate, in cui grande importanza hanno i cosiddetti controlli indiretti.

Cricche

Si definisce cricca una discontinuità originatasi per strappo in materiale metallico originariamente continuo.

Se le cricche hanno dimensioni molto ridotte (inferiori a circa 1 mm) vengono dette microcricche.

Le cricche sono il difetto più grave e temibile di un giunto saldato, poiché una cricca anche se di piccole dimensioni è sempre una rottura in atto che può essere suscettibile di ingrandirsi con il tempo a seconda delle condizioni di esercizio e delle sue caratteristiche iniziali, causando di conseguenza il cedimento del giunto.

Difetti esterni o di profilo

I difetti esterni o di profilo possono essere classificati come:

- **eccesso di sovrametallo.** È riscontrabile nei giunti di testa. Erroneamente l'eccesso di sovrametallo non è considerato un difetto perché il maggiore spessore della saldatura può offrire al giunto una resistenza più elevata. Ma in certe condizioni di servizio, come fatica, urti, bassa temperatura, un giunto del genere è meno resistente di uno di forma regolare a causa delle discontinuità geometriche che si creano ai bordi del metallo stesso;
- **cordone d'angolo troppo convesso.** È tipico dei giunti d'angolo dovuto ad errato maneggio dell'elettrodo da parte del saldatore e dipendono da corrente eccessiva associata ad uno scorretto maneggio dell'elettrodo;
- **incisioni marginali.** Sono presenti nei cordoni eseguiti manualmente più frequentemente in posizione diversa da quella piana e dipendono dalla scarsa abilità del saldatore;
- **irregolarità superficiale.** Si riscontra quando le maglie del cordone anziché essere disposte parallelamente una di seguito all'altra, hanno andamento irregolare, con variazioni di profilo del cordone, avvallamenti denunciati i punti di ripresa, ecc.;
- **slivellamento dei lembi.** È dovuto al montaggio imperfetto che non consente la possibilità di eseguire una saldatura regolare;
- **spruzzi e sputi.** Sono depositi più o meno grandi e dispersi, generalmente incollati sulla superficie del metallo base vicino al cordone. Sono difetti tipici della saldatura manuale ad elettrodi rivestiti (basico e cellulosico) e del procedimento MAG;
- **colpi d'arco.** Consistono in una fusione, localizzata del materiale base avvenuta generalmente senza materiale d'apporto. Sono difetti tipici della saldatura manuale ad arco erroneamente innescato sul materiale e non, come di regola, su un lembo del cianfrino.

42

### **Pericolosità • e criteri di accettazione dei difetti**

Nel considerare la pericolosità di un difetto e quindi nel fissare un criterio di accettabilità dello stesso (ev. in funzione delle sue dimensioni), non si può astrarre dal contesto in cui tale difetto si trova.

È necessario considerare il tipo di sollecitazione cui il giunto è sottoposto, il tipo e l'importanza della struttura di cui il giunto fa parte, le caratteristiche del materiale e molti altri fattori:

- **sollecitazioni statiche.** I difetti siano essi superficiali o interni, riducono la sezione resistente del giunto, con conseguente aumento del livello di tensione medio ed una diminuzione della capacità di carico del giunto;
- **sollecitazioni di fatica.** L'effetto di intaglio (aumento di tensione locale) cui dà luogo il difetto limita notevolmente la resistenza del giunto.
- **servizio a bassa temperatura.** Nel caso di costruzioni saldate che lavorano a bassa temperatura è un aspetto dannoso dei difetti, poiché comporta l'aumento del grado di pluriassialità delle tensioni, con conseguente limitazione delle entità delle tensioni di taglio e possibilità di innesto e propagazione di rotture fragili.

I criteri di accettabilità dei difetti devono essere più severi quando la costruzione saldata deve sopportare condizioni di servizio onerose eventualmente aggravate dalla presenza di sollecitazioni ripetute e/o rischio di rottura fragile.

### **Controlli non distruttivi**

#### **Metodo dei liquidi penetranti**

Il metodo dei liquidi penetranti costituisce per la sua semplicità di impiego il primo metodo impiegato per l'esecuzione di controlli non distruttivi. I liquidi impiegati sono di aspetto oleoso, colorato con alta capacità di penetrazione anche nelle fessure più sottili e cricche più invisibili presenti sulla superficie dell'elemento metallico. Una volta rimossa la parte di liquido rimasta in superficie, quella presente nelle eventuali fessure e nelle cricche è opportunamente evidenziata individuando così il difetto costruttivo dell'elemento strutturale. Le fasi del metodo sono le seguenti:

- **Pre-lavaggio.** Per favorire la penetrazione del liquido in eventuali fessure o cricche è necessario eseguire il lavaggio preliminare dell'elemento con prodotti sgrassanti o solventi organici per pezzi nuovi e con paste abrasive, soluzioni saponate, ecc. per pezzi usati;
- **Applicazione.** Consiste nell'applicazione del liquido penetrante 31 sulla superficie dell'elemento per immersione, tamponatura o spruzzo;
- **Lavaggio.** Ha lo scopo di rimuovere il liquido in eccesso rimasto sulla superficie dell'elemento metallico evitando però di rimuovere quello penetrato;
- **Sviluppo.** Per migliorare la visibilità del liquido colorato penetrato viene applicata della polvere di sviluppo o mezzo di contrasto;
- **Osservazione.** Ha lo scopo di valutare ed interpretare l'entità (della fessura o della cricca) dei difetti evidenziati.

43

#### **Norme UNI di riferimento**

- UNI 8374 - Prove non distruttive. Prodotti per l'esame con liquidi penetranti. Classificazione, caratteristiche e prove;
- UNI EN 1289 - Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo delle saldature mediante liquidi penetranti. Livelli di accettazione;
- UNI EN 473 - Qualifica e certificazione del personale addetto alle prove non distruttive. Principi generali;
- UNI EN 571-1 - Prove non distruttive. Esame con liquidi penetranti. Principi generali;
- UNI EN ISO 3452-4 - Prove non distruttive. Esame con liquidi penetranti. Attrezzatura.

#### **Metodo magnetico**

È un metodo economico ed efficace per il controllo non distruttivo di elementi metallici per l'individuazione dei difetti superficiali o semi superficiali.

Il principio del metodo consiste nella magnetizzazione dell'elemento metallico sfruttando il fattore che i difetti si comportino come campi magnetici dispersi.

Il metodo si applica nelle seguenti fasi:

- **Smagnetizzazione preliminare**, qualora necessaria, per l'eliminazione di eventuali tracce di magnetismo residuo in parti dell'elemento;
- **Sgrassaggio** superficiale dell'elemento con solventi per evitare forme di trattenimento di polvere magnetica;
- **Magnetizzazione.** Può essere del tipo longitudinale o trasversale o combinato. Il campo magnetico può essere generato facendo attraversare l'elemento da corrente elettrica (alternata, continua o raddrizzata in semionda);
- **Applicazione della polvere magnetica;**
- **Ispezione** per l'individuazione dei difetti sulla base del colore e della fluorescenza delle tracce lasciate dalla polvere magnetica;
- **Smagnetizzazione finale** dell'elemento controllato per consentirne la successiva lavorazione od ulteriore controllo.

Il metodo di controllo può essere applicato soltanto a materiali ferromagnetici, quindi sono da escludersi le leghe leggere e gli acciai austenitici.

#### **Metodo ultrasonico**

Il metodo ultrasonico consente di rilevare difetti anche a considerevoli profondità e in parti interne dell'elemento a condizione che esso sia un conduttore di onde sonore. È utilizzato ampiamente per il controllo delle saldature specialmente a piena penetrazione.

I metodi ultrasonici si possono classificare in:

- **tecnica per trasmissione o per trasparenza.** La tecnica si basa sulla misurazione delle onde ultrasoniche inviate da una sonda emittente che dopo avere attraversato l'elemento arrivano ad una sonda ricevente posizionata nella parte opposta;
- **tecnica per riflessione.** La tecnica utilizza un solo trasduttore angolare rice-trasmittente e sfrutta l'energia degli ultrasuoni, continue o ad impulsi, che vengono riflessi dalla parete di fondo o eventualmente dalle superfici del difetto presente nell'elemento da esaminare. Mediante la misura della variazione di intensità delle onde ultrasoniche, misurate con un oscillografo, che le rappresenta con uno oscillogramma. Il diagramma inizia sempre con un picco (impulso di emissione), la presenza di difetto è rappresentata da un picco di altezza minore (eco di difetto), che ne indica anche la posizione;
- **tecnica per risonanza.** La tecnica si basa sul fenomeno della risonanza quando l'elemento viene attraversato da un'onda ultrasonica continua;
- **tecnica ad echi multipli** La tecnica è una variante di quella per riflessione.

Il metodo per riflessione consiste nello sfruttare la particolare capacità di alcuni materiali, detti trasduttori, che trasformano l'energia meccanica in energia elettrica e viceversa. Tramite tali materiali, conglobati in un piccolo zoccolo con una superficie piena di plexiglass, vengono inviati degli impulsi nel materiale da controllare, usando un opportuno liquido di accoppiamento, come per una normale ecografia medica.

Le eventuali discontinuità rifletteranno più o meno completamente il fascio di ultrasuoni che verrà quindi convertito in impulso elettrico. Esso darà luogo ad un segnale che un oscillografo a raggi catodici, opportunamente tarato in maniera da mettere in relazione il tempo del percorso all'interno del materiale con lo spazio effettivamente percorso, evidenzierà il difetto con dei picchi. In assenza di difetti, si avrà un solo picco corrispondente alla superficie riflettente del materiale (il cosiddetto eco di fondo); in presenza di difetti un eventuale picco indicherà sicuramente un'imperfezione, che, localizzata con semplici considerazioni trigonometriche, andrà studiata per valutarne l'importanza. In questa maniera è possibile individuare anche la posizione del difetto nello spessore del materiale in esame.

Le onde ultrasoniche possono essere inviate sia ortogonalmente alla superficie del materiale in esame, sia con una certa inclinazione; semplici applicazioni trigonometriche permetteranno di conoscere precisamente la distanza, l'estensione e la profondità del difetto.

Norme UNI di riferimento

UNI 7603 - Prove non distruttive dei materiali ferrosi. Controllo con ultrasuoni delle saldature longitudinali od elicoidali dei tubi di acciaio saldati ad arco sommerso.

UNI 8769 - Prove non distruttive. Apparecchiature ad ultrasuoni. Verifica delle caratteristiche controllabili mediante blocchi di calibrazione.

UNI 9094 - Prove non distruttive. Determinazione della velocità di propagazione degli ultrasuoni nei materiali solidi.

45

UNI EN 10246-7 Prove non distruttive dei tubi di acciaio. Controllo automatico con ultrasuoni per la ricerca

di imperfezioni longitudinali su tutta la circonferenza di tubi di acciaio senza saldatura e saldati (escluso all'arco sommerso).

UNI EN 1712 - Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo mediante ultrasuoni dei giunti saldati. Livelli di accettabilità.

UNI EN 1714 - Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo mediante ultrasuoni dei giunti saldati.

UNI EN 27963 - Saldature in acciaio. Blocco di riferimento N° 2 per il controllo mediante ultrasuoni delle saldature.

UNI EN 473 - Qualifica e certificazione del personale addetto alle prove non distruttive. Principi generali.

UNI EN 583-1 - Prove non distruttive. Esame ad ultrasuoni. Principi generali.

UNI ISO 9305 - Tubi di acciaio senza saldatura per impieghi a pressione. Controllo con ultrasuoni su tutta la circonferenza per la rilevazione di imperfezioni trasversali.

UNI ISO 9764 - Tubi di acciaio saldati per resistenza elettrica o a induzione per impieghi a pressione.

Rilevazione delle imperfezioni longitudinali nel cordone di saldatura mediante controllo con ultrasuoni.

Metodo radiografico

L'esame dell'elemento è effettuato sfruttando i raggi X e la loro capacità di penetrare i metalli fino ad una

certa profondità. In sostanza il metodo si fonda sull'assorbimento differenziale dei raggi X (o Gamma) da parte dell'elemento da controllare e sull'annerimento della pellicola - posta alle spalle dell'elemento - sensibile alle radiazioni emergenti. Offre quindi possibilità simili a quelle dell'esame ultrasonoro. Quest'ultimo infatti è in grado di stabilire le coordinate spaziali dell'eventuale difetto, mentre l'esame radiografico ne mostra un'immagine bidimensionale piatta.

I risultati inoltre non sono immediati come nel caso del controllo ultrasonoro, perché le lastre radiografiche vanno ovviamente sviluppate e quindi lette sull'idoneo visore.

Per quanto riguarda il controllo radiografico si segnala la tabella riportata dalla **UNI 7278** relativa ai gradi di difettosità nelle saldature testa a testa e che ha lo scopo di dare degli orientamenti unificati sui criteri di giudizio. La tabella, pur considerando vari tipi di costruzioni e varie condizioni di servizio, non dà regole per l'accettabilità dei difetti, ma li raggruppa opportunamente in gradi e fornisce esempi di categorie di qualità delle saldature, che possono essere scelte dal progettista o dal collaudatore come regola di accettabilità, quando non vi siano ragioni particolari che consigliano l'adozione di criteri diversi.

46

Norme UNI di riferimento

UNI 7278 - Gradi di difettosità nelle saldature testa a testa riferiti al controllo radiografico. Dimensioni, simboli ed esempi di applicazione

UNI 10660 - Prove non distruttive. Controllo radiografico mediante raggi X di manufatti plastici e/o compositi. Criteri generali.

UNI EN 12517 - Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo radiografico dei giunti saldati. Livelli di accettabilità.

UNI EN 1330-3 - Prove non distruttive. Terminologia. Termini utilizzati nel controllo radiografico industriale.

UNI EN 1435 - Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo radiografico dei giunti saldati.

UNI ISO 4993 - Getti di acciaio. Controllo radiografico.

UNI SPERIM. 7278 - Gradi di difettosità nelle saldature testa a testa riferiti al controllo radiografico. Dimensioni, simboli ed esempi di applicazione.

### **Strutture imbullonate**

I bulloni sono organi di collegamento tra elementi metallici, introdotti in fori opportunamente predisposti, composti dalle seguenti parti:

- gambo completamente o parzialmente filettato con testa esagonale (vite);
- dado, che viene avvitato nella parte filettata della vite;
- rondelle.

In presenza di vibrazioni dovuti a carichi dinamici, per evitare lo svitamento del dado vengono applicati rondelle elastiche oppure dei controdati.

Controllo delle unioni

Per verificare l'efficienza dei giunti serrati, il controllo della coppia torcente applicata può essere effettuato in uno dei seguenti modi:

si misura con chiave dinamometrica la coppia richiesta per fare ruotare ulteriormente di 10° il dado; dopo avere marcato dado e bullone per identificare la loro posizione relativa, il dado deve essere prima allentato con una rotazione pari a 60° e poi riserrato, controllando se l'applicazione della coppia prescritta riporta il dado nella posizione originale.

Se in un giunto anche un solo bullone non risponde alle prescrizioni circa il serraggio, tutti i bulloni del giunto devono essere controllati.

Nella pratica esecutiva del controllo in situ si usa verniciare di colore verde i bulloni che risultano conformi ed in rosso quelli non conformi. Le indagini vengono condotte redigendo delle tabelle, una per ogni collegamento, nelle quali vengono riportati le seguenti caratteristiche: valore della coppia di serraggio, mancanza del bullone, non coincidenza tra gli assi del foro e del bullone, ecc.

47

## **4 Chiodature nella roccia**

Il collocamento dei micropali viene realizzato con sistema a secco. La perforazione avviene con sistema a rotazione o roto-percussione rivestita, oppure con sostegno foro tramite schiuma.

La perforazione a secco a rotazione, mediante martello a fondo foro o mediante dispositivi di battuta applicati alla testa di rotazione, deve rispettare le norme DIN 4150 in relazione alle limitazioni di vibrazioni.

L'esecuzione di eventuali misurazioni delle vibrazioni indotte richieste dal Direttore Lavori è a carico dell'Appaltatore, il quale deve preventivamente presentare documentazione attestante la tipologia e le principali caratteristiche delle apparecchiature impiegate.

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

I tubi dovranno essere del tipo senza saldature, senza giunzioni. Non sono ammessi tagli, finestrature o altre alterazioni delle armature tubolari che non siano stati preventivamente approvate dalla DL.

La Direzione Lavori potrà predisporre il controllo delle saldature sui micropali e su altre componenti di carpenteria metallica da parte di un istituto/laboratorio specializzato.

L'Appaltatore deve adottare tutti gli accorgimenti del caso al fine di prevenire il cedimento delle pareti del foro con conseguente contaminazione delle armature così come l'interruzione e/o l'inglobamento di terreno nella guaina cementizia impiegata per la solidarizzazione dell'armatura al terreno circostante.

#### **4.1 Tolleranze**

Sono consentite le seguenti tolleranze:

##### **Chiodature**

scostamento planimetrico  $\pm 2$  cm

scostamento asse teorico  $\pm 2$  %

variazione lunghezza effettiva  $\pm 10$  cm

Diametro  $\pm 5$  %

scostamento altimetrico testa micropalo  $\pm 10$  cm

##### **Tracciamento**

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

##### **Esecuzione**

La perforazione avviene tramite impiego di sistema a rotazione o roto-percussione rivestita applicato a tubo in acciaio su cui viene preventivamente fissata apposita testa per consentire la perforazione degli strati di terreno presenti. Il foro può essere sostenuto anche tramite schiuma. Le operazioni proseguono fino al raggiungimento della quota di progetto. terminate le operazioni di perforazione degli elementi metallici costituenti la palificata viene posata l'armatura prevista per la trave di coronamento. Questa viene collocata in apposito sbancamento realizzato in testa alla palificata realizzata. Viene successivamente realizzato getto di completamento.

Dovrà altresì essere controllato sia il volume della miscela iniettata (maggiore del volume teorico del foro) che l'effettiva cementizzazione del foro al fine di prevenire la diffusione della miscela all'interno di eventuali fratture nell'ammasso roccioso.

##### **Armatura**

Le armature metalliche dovranno soddisfare le prescrizioni di cui al presente articolo e saranno in ogni caso estese a tutta la lunghezza del micropalo.

Si useranno tubi di acciaio S355, senza saldatura longitudinale del tipo per costruzioni meccaniche. Le giunzioni tra i diversi spezzoni di tubo potranno essere ottenute mediante manicotti filettati o saldati oppure, se possibile, si realizzerà l'armatura con pezzo unico.

I tubolari dovranno essere dotati di fori al termine del tubolare e devono prevedere distanziatori in modo tale da garantire il centraggio del tubo all'interno del foro di perforazione.

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

Il cemento da impiegare dovrà essere scelto in relazione alle caratteristiche ambientali, prendendo in considerazione in particolare l'aggressività dell'ambiente esterno. Gli inerti saranno di norma utilizzati solo per il confezionamento di malte da utilizzare per il getto dei micropali a semplice cementazione. In relazione alle prescrizioni di progetto l'inerte sarà costituito da sabbie fini, polveri di quarzo, polveri di calcare, o ceneri volanti. Nel caso di impiego di ceneri volanti, ad esempio provenienti dai filtri di altoforni, si dovrà utilizzare materiale totalmente passante al vaglio da 0.075 mm. È ammesso l'impiego di additivi fluidificanti non aeranti. L'impiego di acceleranti potrà essere consentito solo in situazioni particolari.

Schede tecniche di prodotti commerciali che l'Impresa si propone di usare dovranno essere inviate preventivamente alla Direzione Lavori per informazione.

Per quanto riguarda le malte e le miscele cementizie queste di norma dovranno presentare resistenza cubica pari a:  $R_{ck} \geq 30$  MPa (C25/30).

## 5 Dispositivi e materiali speciali

### 5.1 Appoggi strutturali a disco elastomerico confinato

Gli apparecchi d'appoggio trasferiscono le azioni verticali tramite un disco in elastomero confinato fra un basamento ed un pistone in acciaio. Il materiale utilizzato per l'elastomero sottoposto a compressione si comporta come un fluido incompressibile risultando quindi molto efficace nella trasmissione di sforzi verticali senza cedimenti. Nello stesso momento permette rotazioni attorno ad un qualsiasi asse orizzontale

grazie alla sua deformabilità.

I carichi orizzontali vengono trasferiti attraverso il contatto fra il pistone ed il basamento.

Gli scorrimenti orizzontali (appoggi unidirezionali e multidirezionali) sono garantiti a bassissimo coefficiente d'attrito grazie all'accoppiamento di un foglio di PTFE con una superficie in acciaio inossidabile austenitico lucidata e ingrassata.

Per il collegamento alla sovrastruttura in acciaio viene generalmente, previsto superiormente un perno in posizione centrale che va ad inserirsi in un foro presente in una contropiastra saldata sotto la trave e spianata inferiormente.

I dispositivi utilizzati devono essere conformi alla norma **UNI EN 1337**, recare la Marcatura CE e per essi occorre applicare il Sistema di Attestazione della Conformità 1, così come previsto dalle NTC2018, par. 11.6.

Ogni dispositivo dovrà possedere etichetta identificativa nella quale vengono riportate le principali informazioni e caratteristiche dello stesso, oltre alla Marcatura CE appena citata.

I dispositivi devono soddisfare i requisiti in termini di portata e capacità di scorrimento previsti dal progettista ed esplicitati all'interno del progetto strutturale.

La DL ed il Committente si riservano di verificare il soddisfacimento dei requisiti sopra riportati prima della messa in opera degli appoggi che si intende utilizzare.

### 5.2 Connessioni a taglio – pioli tipo Nelson

I pioli connettori tipo Nelson vengono impiegati soprattutto nelle strutture composte acciaio-clt, in modo da creare un effetto collaborante tra lo strato di calcestruzzo e la trave in acciaio. Questo effetto viene realizzato grazie alla testa del piolo, la quale presenta un diametro più grande rispetto a quello effettivo del gambo.

I pioli connettori vengono applicati direttamente sulla trave utilizzando un impianto di saldatura di adeguate caratteristiche. La saldatura dei pioli viene garantita utilizzando metodi di saldatura ad arco lungo con apporto di ferula ceramica a contenimento del bagno di saldatura), il quale crea una saldatura a piena penetrazione nel materiale base dalla tenuta eccellente, in quanto piolo e trave diventano un unico elemento strutturale grazie alla fusione creata dall'arco di saldatura.

Tutti i pioli connettori tipo Nelson vengono prodotti in acciaio a basso tenore di carbonio tipo S235 J2 + C450, conformemente alle normative Europee di riferimento. Questa tipologia di acciaio offre un'eccellente qualità di saldatura.

50

Le dimensioni dei pioli connettori tipo Nelson sono descritte all'interno del progetto esecutivo. La lunghezza si riferisce alla lunghezza complessiva del perno dopo la saldatura, pertanto i pioli connettori tipo Nelson sono sempre più lunghi rispetto alla loro lunghezza nominale di un valore determinato dal produttore, al fine di garantire la lunghezza nominale dopo la saldatura. A causa del processo utilizzato per la saldatura ad arco lungo, tutti i perni richiedono di essere saldati con apporto di ferula ceramica. In base alla tipologia di perno ogni spedizione sarà completa quindi della ferula appropriata. Gli accessori vengono stabiliti in base al diametro e la lunghezza del perno utilizzato.

### 5.3 Ancoranti chimici ad iniezione tipo Hilti

Qualora fosse necessario l'impiego del sistema di ancoraggio chimico ad iniezione tipo Hilti HIT-RE o HIT-HY secondo quanto specificato negli elaborati di progetto.

Tali elementi devono essere dotati di BTE (Benestare Tecnico Europeo).

La procedura di posa consiste nel:

Eseguire un foro con il martello perforatore.

Pulizia del foro: appena prima dell'inserimento del tondino del calcestruzzo/del tassello, occorre pulire il foro da polvere, acqua, polvere di foratura e altre impurità. Il metodo di pulizia dipende dalle condizioni del foro:

Metodo 1 – adatto per calcestruzzo a secco o saturo d'acqua (vedere i pittogrammi):

Soffiare due volte il foro con aria compressa priva di olio (min. 6 bar a 6 m³/h) finché l'aria di ritorno non è priva di polvere.

Spazzolare due volte con spazzola d'acciaio della grandezza adatta (spazzola  $\varnothing \geq$  foro  $\varnothing$ ), infilando la spazzola in acciaio Hilti HIT-RB con un movimento rotatorio nel foro fino in fondo, per poi estrarla nuovamente. Introducendo la spazzola nel foro si deve percepire una certa resistenza; in caso contrario, la spazzola è troppo piccola e deve essere sostituita con una spazzola con diametro adatto.

Soffiare nuovamente due volte il foro con aria compressa, finché l'aria di ritorno non è completamente priva di polvere.

51

Metodo 2 – adatto in caso di persistenza di acqua nei fori (ad es.: infiltrazione d'acqua nel foro pulito):

Lavare due volte il foro con acqua fino alla fuoriuscita di acqua pulita, introducendo il tubo flessibile dell'acqua fino in fondo al foro (pressione del tubo dell'acqua).

Spazzolare due volte con spazzola d'acciaio della grandezza adatta (spazzola  $\varnothing \geq$  foro  $\varnothing$ ), infilando la spazzola in acciaio Hilti HIT-RB con un movimento rotatorio nel foro fino in fondo, per poi estrarla nuovamente. Introducendo la spazzola nel foro si deve percepire una certa resistenza; in caso contrario, la spazzola è troppo piccola e deve essere sostituita con una spazzola con diametro adatto.

Lavare nuovamente il foro due volte fino alla fuoriuscita di acqua pulita.

Prima di iniettare la resina, rimuovere l'acqua dal foro e soffiare con aria compressa priva di olio, finché il foro non risulti completamente asciutto.

Successivamente continuare la pulizia del foro secondo il Metodo 1.

Per una corretta posa si rinvia alle prescrizioni d'uso del prodotto. L'impresa Appaltante avrà cura di sottoporre per approvazione alla DL ed al Committente le schede tecniche ed i certificati di prodotto.

52

## **6 Oneri a carico dell'Appaltatore**

Sono a carico dell'Appaltatore i seguenti oneri:

- Smontaggio del ponte Bailey ed il varo del ponte verranno effettuati presumibilmente sfruttando le travi di varo precedentemente usate per il montaggio del ponte provvisorio. La verifica delle travi di varo, del sistema di connessione tra trave di varo e nuovo ponte e tutte le opere connesse è onere dell'appaltatore;
- le responsabilità conseguenti sia alla suddetta progettazione, che alla produzione degli elementi, al trasporto, al montaggio ed alla stabilità dell'opera;
- la fornitura franco cantiere, lo scarico, i trasporti nell'ambito del cantiere di quanto oggetto dell'ordine completo in ogni sua parte compreso indicativamente e non limitativamente: materiali di consumo, bulloneria, piastre e contropiastre, zanche, gocciolatoi, mensole, profilati, più accessori per sollevamento, collegamento, appoggio e ancoraggio degli elementi strutturali, compresi altresì gli accessori per la posa di serramenti, lucernari, pannellature e simili anche se di fornitura di terze ditte, le chiusure perimetrali per il contenimento dei getti sulle lamiere grecate;
- la fornitura e il posizionamento, in senso orizzontale e verticale degli elementi metallici di appoggio o ancoraggio ed il controllo della loro posizione finale dopo il loro fissaggio;
- i trattamenti superficiali previsti;
- la formazione dei fori e delle incassature necessarie per gli impianti interferenti;
- il collegamento dei manufatti forniti con gli attacchi predisposti nelle strutture edili;
- i rappezzi alle verniciature danneggiate dall'Appaltatore o da terzi operanti per conto del medesimo;
- le spese per l'effettuazione dei prelievi, delle prove e i controlli di produzione con le modalità e periodicità previste dalla normativa vigente;
- la raccolta ed il trasporto in discarica di tutto il materiale di supero o di scarto;
- le spese di mano d'opera, mezzi e materiali per la effettuazione dei collaudi statici.
- l'onere della sabbiatura e della verniciatura, qualora previsti\_\_



