

**CONSORZIO DI BONIFICA DELLA  
BARAGGIA BIELLESE E VERCELLESE**

**RIFACIMENTO INVASO SUL TORRENTE SESSERA IN SOSTITUZIONE  
DELL'ESISTENTE PER IL SUPERAMENTO DELLE CRISI  
IDRICHE RICORRENTI, IL MIGLIORAMENTO DELL'EFFICIENZA IDRICA  
DEGLI INVASI ESISTENTI SUI TORRENTI RAVASANELLA ED OSTOLA,  
LA VALORIZZAZIONE AMBIENTALE DEL COMPENSORIO**

DATA PROGETTO

APRILE 2010

AGGIORNAMENTO  
PROGETTO

ATTIVITÀ DI PROGETTAZIONE



(dott. ing. Domenico Castelli)

**NUOVA DIGA**

**DISCIPLINARE DESCRITTIVO E  
PRESTAZIONALE  
DEGLI ELEMENTI TECNICI**

ELABORATO N.

RD9

**PROGETTO DEFINITIVO**

PRATICA N°10131D

ARCH. N° IB080

MODIFICHE  
AGGIORNAMENTI

|               |  |  |  |
|---------------|--|--|--|
| Aggiornamento |  |  |  |
| Data          |  |  |  |

CONTROLLO

Firma

OPERATORE

GM

CONTROLLO

DC

APPROVAZIONE

DC

# INDICE

|          |   |          |
|----------|---|----------|
| <b>1</b> | <b>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI IMPIEGATI NELLE LAVORAZIONI E MODALITA' OPERATIVE .....</b>                              | <b>1</b> |
| CAPO I   | CAPO I - QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI - CAMPIONI E PROVE .....  | 1        |
| Art. 1   | <i>Leganti idraulici</i> .....  | 2        |
| 1.1      | Malte.....  | 3        |
| 1.2      | Aggiunte.....   | 3        |
| 1.3      | Additivi.....   | 4        |
| 1.4      | Acqua di impasto.....   | 9        |
| Art. 2   | <i>Calcestruzzi</i> .....   | 9        |
| Art. 3   | <i>Casseforme - Armature - Centinature</i> .....  | 15       |
| 3.1      | Casseforme e puntelli.....  | 15       |
| 3.2      | Disarmo.....  | 17       |
| 3.3      | Prescrizioni per il calcestruzzo a faccia vista.....  | 18       |
| Art. 4   | <i>Sabbia, ghiaia, ghiaietto e ghiaietto</i> .....  | 18       |
| Art. 5   | <i>Ghiaie - Ghiaietti per pavimentazioni</i> .....  | 20       |
| Art. 6   | <i>Pietra naturale</i> .....  | 20       |
| Art. 7   | <i>Pietre da taglio</i> .....   | 20       |
| Art. 8   | <i>Elementi lapidei per rivestimenti</i> .....  | 21       |
| Art. 9   | <i>Massi per opere di difesa</i> .....  | 21       |
| Art. 10  | <i>Difese in massi di pietra</i> .....  | 22       |
| 10.1     | Difese in massi semplicemente posati.....   | 22       |
| 10.2     | Difese in massi intasati con cls.....   | 22       |
| Art. 11  | <i>Casseforme - Armature - Centinature</i> .....  | 23       |
| Art. 12  | <i>Laterizi</i> .....   | 23       |
| 12.1     | Generalità.....   | 23       |
| 12.2     | Manufatti.....  | 23       |
| Art. 13  | <i>Elementi per solai misti in c.a.</i> .....   | 24       |
| 13.1     | Solai realizzati con l'associazione di elementi in c.a. e c.a.p. prefabbricati con unioni e/o getti di completamento..... | 25       |
| Art. 14  | <i>Elementi strutturali compositi</i> .....   | 25       |
| 14.1     | Elementi strutturali in acciaio-calcestruzzo.....   | 25       |
| Art. 15  | <i>Materiali ferrosi e materiali vari</i> .....   | 27       |
| 15.1     | Composizione degli elementi strutturali.....  | 27       |
| 15.2     | Unioni a taglio con bulloni normali.....  | 28       |
| 15.3     | Unioni ad attrito con bulloni ad alta resistenza.....   | 28       |
| 15.4     | Unioni saldate.....   | 29       |
| 15.5     | Unioni per contatto.....  | 30       |
| 15.6     | Piastre od apparecchi di appoggio.....  | 31       |
| 15.7     | Travi a parete piena e reticolari.....  | 31       |
| Art. 16  | <i>Legnami</i> .....  | 34       |
| Art. 17  | <i>Acciai per conglomerati armati</i> .....   | 35       |
| 17.1     | Acciai per conglomerati normali.....  | 35       |
| 17.2     | Acciai per conglomerati precompressi.....   | 36       |
| Art. 18  | <i>Tubazioni</i> .....  | 36       |
| 18.1     | Tubazioni in acciaio.....   | 37       |
| 18.2     | Tubazioni in conglomerato cementizio armato turbocentrifugato.....  | 38       |
| 18.3     | Tubi in ghisa sferoidale.....   | 41       |
| 18.4     | Tubazioni in polivinilcloruro (PVC) e relativi pezzi speciali.....  | 42       |
| 18.5     | Tubazioni in PEAD.....  | 43       |
| Art. 19  | <i>Pezzi speciali e apparecchi idraulici in genere</i> .....  | 44       |
| 19.1     | Giunti di smontaggio.....   | 46       |
| 19.2     | Valvole a farfalla.....   | 46       |
| 19.3     | Saracinesche in ghisa sferoidale - Saracinesche flangiate in genere.....  | 46       |
| 19.4     | Sfiati automatici in ghisa.....   | 48       |
| Art. 20  | <i>Opere elettromeccaniche</i> .....  | 49       |
| 20.1     | Materiali.....  | 50       |
| 20.2     | Forgiati e Fucinati.....  | 51       |
| 20.3     | Lamiere e Profilati.....  | 51       |
| Art. 21  | <i>Apparecchiature Elettriche</i> .....   | 51       |
| Art. 22  | <i>Quadri di Distribuzione, Pannelli</i> .....  | 52       |
| 22.1     | Connessioni.....  | 52       |

|                |  |           |
|----------------|--|-----------|
| 22.2           | Prescrizioni Varie .....   | 54        |
| 22.3           | Verniciatura .....   | 55        |
| <b>Art. 23</b> | <b><i>Motori Elettrici</i></b> .....   | <b>55</b> |
| 23.1           | Tipo, Tensione, Frequenza.....   | 56        |
| 23.2           | Classe d'Isolamento e Sovratemperature Ammesse .....   | 56        |
| 23.3           | Potenza.....   | 56        |
| 23.4           | Coppie e Corrente di Avviamento .....  | 56        |
| 23.5           | Avviamenti e Commutazioni .....  | 57        |
| 23.6           | Vibrazioni e Rumore.....   | 57        |
| 23.7           | Caratteristiche Costruttive .....  | 57        |
| 23.8           | Prove e Collaudi .....   | 58        |
| 23.9           | Norme di Riferimento .....   | 59        |
| <b>Art. 24</b> | <b><i>Cavi ed Accessori di Bassa Tensione</i></b> .....  | <b>59</b> |
| <b>Art. 25</b> | <b><i>Strumenti per Misure Fisiche e Meccaniche</i></b> .....  | <b>60</b> |
| 25.1           | Termometri .....   | 60        |
| 25.2           | Manometri.....   | 60        |
| 25.3           | Termostati .....   | 60        |
| 25.4           | Pressostati .....  | 61        |
| 25.5           | Rilevatori di Livello.....   | 61        |
| 25.6           | Interruttori di Fine Corsa .....   | 61        |
| <b>Art. 26</b> | <b><i>Indicazioni a Distanza</i></b> .....   | <b>61</b> |
| 26.1           | Elementi Primari.....  | 61        |
| 26.2           | Trasduttori.....   | 62        |
| <b>Art. 27</b> | <b><i>Terre rinforzate con geogriglie</i></b> .....  | <b>62</b> |
| 27.1           | Materiali.....   | 62        |
| <b>Art. 28</b> | <b><i>Sottofondi stradali</i></b> .....  | <b>63</b> |
| 28.1           | Materiali per ossatura e massicciate stradali.....   | 63        |
| 28.2           | Materiali per fondazioni stradali in stabilizzato.....   | 63        |
| <b>Art. 29</b> | <b><i>Pavimentazioni stradali</i></b> .....  | <b>65</b> |
| 29.1           | Detrito di cava o tout-venant di cava o di frantoio.....   | 65        |
| 29.2           | Leganti bituminosi .....   | 65        |
| 29.3           | Costruzione di tappeti sottili in conglomerato bituminoso.....   | 66        |
| <b>Art. 30</b> | <b><i>Pavimentazioni lapidee</i></b> .....   | <b>67</b> |
| 30.1           | Pavimentazioni in masselli autobloccanti .....   | 67        |
| 30.2           | Pavimentazione in misto frantumato (stabilizzato).....   | 68        |
| <b>Art. 31</b> | <b><i>Canalette prefabbricate</i></b> .....  | <b>68</b> |
| <b>Art. 32</b> | <b><i>Opere di ingegneria naturalistica</i></b> .....  | <b>69</b> |
| 32.1           | Materiale agrario.....   | 69        |
| 32.2           | Materiale vegetale.....  | 70        |
| <b>Art. 33</b> | <b><i>Infissi</i></b> .....  | <b>71</b> |
| 33.1           | Luci fisse.....  | 71        |
| 33.2           | I serramenti interni ed esterni .....  | 72        |
| 33.3           | Prescrizioni dimensionali idonei ai portatori di handicap .....  | 73        |
| 33.4           | Infissi esterni.....   | 73        |
| 33.5           | Serramenti in acciaio .....  | 74        |
| 33.6           | Porte resistenti al fuoco.....   | 76        |
| <b>Art. 34</b> | <b><i>Prodotti di vetro</i></b> .....  | <b>79</b> |
| 34.1           | Vetri piani grezzi .....   | 79        |
| 34.2           | Vetri piani lucidi.....  | 80        |
| 34.3           | Vetri piani trasparenti .....  | 80        |
| 34.4           | Vetri piani temprati.....  | 80        |
| 34.5           | Vetrocamere.....   | 80        |
| 34.6           | Vetri piani stratificati .....   | 80        |
| 34.7           | Vetri piani profilati .....  | 81        |
| 34.8           | Vetri pressati .....   | 81        |
| <b>Art. 35</b> | <b><i>Prodotti sigillanti, adesivi e geotessuti</i></b> .....  | <b>81</b> |
| 35.1           | Sigillanti.....  | 81        |
| 35.2           | Adesivi.....   | 82        |
| 35.3           | Geotessili .....   | 82        |
| <b>Art. 36</b> | <b><i>Prodotti per impermeabilizzazione e coperture piane</i></b> .....  | <b>84</b> |
| 36.1           | Membrane .....   | 84        |
| 36.2           | Prodotti forniti in contenitori .....  | 84        |
| 36.3           | Membrane destinate a formare strati di schermo e/o barriera al vapore .....  | 85        |
| 36.4           | Caratteristiche di accettazione .....  | 85        |
| 36.5           | Membrane destinate a formare strati di continuità, di diffusione o di egualizzazione della pressione di vapore ..... | 86        |
| 36.6           | Membrane destinate a formare strati di tenuta all'aria .....   | 86        |

|                |   |            |
|----------------|---|------------|
| 36.7           | Membrane destinate a formare strati di tenuta all'acqua.....                          | 86         |
| 36.8           | Membrane destinate a formare strati di protezione.....                                | 87         |
| 36.9           | Membrane a base di elastomeri e di plastomeri.....                                    | 87         |
| 36.10          | Prodotti forniti sotto forma di liquidi o paste.....                                  | 88         |
| 36.11          | Rinforzo di guaine liquide a base di resine acriliche ed epoxibituminose.....         | 90         |
| <i>Art. 37</i> | <i>Prodotti sanitari.....</i>   | <i>91</i>  |
| 37.1           | Rubinetti sanitari.....   | 94         |
| 37.2           | Scarichi degli apparecchi sanitari.....   | 96         |
| <i>Art. 38</i> | <i>Prodotti per pavimentazione.....</i>   | <i>97</i>  |
| 38.1           | Prodotti di legno per pavimentazione.....   | 98         |
| 38.2           | Piastrelle in ceramica.....   | 99         |
| 38.3           | Prodotti di gomma per pavimentazioni.....   | 100        |
| 38.4           | Prodotti di vinile.....   | 101        |
| 38.5           | Prodotti di resina.....   | 101        |
| 38.6           | Prodotti di calcestruzzo per pavimentazioni.....                                      | 102        |
| 38.7           | Prodotti di pietre naturali.....  | 103        |
| CAPO II -      | MODALITA' DI ESECUZIONE DELLE LAVORAZIONI.....  | 104        |
| <i>Art. 39</i> | <i>Opere provvisionali.....</i>   | <i>104</i> |
| <i>Art. 40</i> | <i>Demolizioni e rimozioni.....</i>   | <i>104</i> |
| 40.1           | Demolizione per rovesciamento.....  | 106        |
| <i>Art. 41</i> | <i>Scavi.....</i>   | <i>107</i> |
| 41.1           | Rilievi - capisaldi - tracciati.....  | 109        |
| 41.2           | Drenaggi ed opere di aggotamento.....   | 110        |
| 41.3           | Continuità dei corsi d'acqua, delle rogge o canali.....                               | 110        |
| 41.4           | Scavi generali di sbancamento.....  | 110        |
| 41.5           | Scavi di fondazione.....  | 111        |
| 41.6           | Scavo in roccia.....  | 112        |
| 41.7           | Scavi per la formazione della diga in calcestruzzo e della vasca di dissipazione..... | 112        |
| 41.8           | Scavo per la posa delle condotte interrato.....                                       | 114        |
| 41.9           | Scavi in presenza d'acqua. Prosciugamento.....  | 115        |
| <i>Art. 42</i> | <i>Reinterri.....</i>   | <i>116</i> |
| <i>Art. 43</i> | <i>Cave.....</i>  | <i>117</i> |
| <i>Art. 44</i> | <i>Lavori in galleria.....</i>  | <i>118</i> |
| 44.1           | Norme generali di esecuzione.....   | 118        |
| 44.2           | Scavi.....  | 118        |
| 44.3           | Puntellazioni e armature.....   | 119        |
| 44.4           | Prosciugamenti.....   | 120        |
| 44.5           | Ventilazione.....   | 120        |
| 44.6           | Illuminazione.....  | 121        |
| 44.7           | Speciali discipline da osservarsi.....  | 121        |
| 44.8           | Perforazione meccanica.....   | 122        |
| 44.9           | Murature.....   | 122        |
| <i>Art. 45</i> | <i>Fondazioni dirette.....</i>  | <i>124</i> |
| <i>Art. 46</i> | <i>Palificazioni.....</i>   | <i>125</i> |
| <i>Art. 47</i> | <i>Opere in calcestruzzo.....</i>   | <i>126</i> |
| 47.1           | Calcestruzzo per getti massivi.....   | 127        |
| 47.1.1         | Inerti, caratteristiche e provenienza – Confezione del calcestruzzo.....              | 127        |
| 47.1.2         | Cemento: approvvigionamento e controllo.....  | 130        |
| 47.1.3         | Requisiti del calcestruzzo e relativi controlli.....                                  | 131        |
| 47.1.4         | Norme per il getto del calcestruzzo della diga.....                                   | 134        |
| 47.1.5         | Dispositivi particolari nella diga in calcestruzzo.....                               | 138        |
| 47.2           | Calcestruzzo per strutture in c.a. normale.....                                       | 138        |
| 47.2.1         | Trasporto e consegna.....   | 138        |
| 47.2.2         | Modalità del getto.....   | 139        |
| 47.2.3         | Norma di riferimento.....   | 142        |
| 47.2.4         | Maturazione accelerata a vapore.....  | 142        |
| 47.2.5         | Disarmo delle strutture.....  | 142        |
| 47.2.6         | Casseforme e puntelli.....  | 143        |
| 47.3           | Iniezioni di Solidarizzazione Conci.....  | 146        |
| 47.4           | Iniezioni cementizie.....   | 146        |
| 47.4.1         | Iniezioni di impermeabilizzazione.....  | 146        |
| 47.4.2         | Iniezioni di saldatura roccia - calcestruzzo.....                                     | 148        |
| 47.5           | Armature metalliche.....  | 148        |
| 47.5.1         | Ancoraggio delle barre.....   | 148        |
| 47.5.2         | - Lavorazione delle barre – Giunzioni.....  | 149        |
| 47.5.3         | Realizzazione delle gabbie e posizionamento delle armature per c.a.....               | 150        |
| 47.5.4         | Copriferro ed interferro.....   | 150        |

|         |   |     |
|---------|---|-----|
| 47.5.5  | Armature minime degli elementi strutturali in c.a.....  | 150 |
| Art. 48 | <i>Casseforme - Armature - Centinature</i> .....  | 152 |
| Art. 49 | <i>Opere in cemento armato precompresso</i> .....   | 152 |
| Art. 50 | <i>Strutture e manufatti prefabbricati</i> .....  | 153 |
| 50.1    | - Strutture prefabbricate.....  | 153 |
| 50.2    | - Manufatti prefabbricati.....  | 153 |
| Art. 51 | <i>Solai misti in c.a. e c.a.p.</i> .....   | 153 |
| 51.1    | Prescrizioni dimensionali minime.....   | 153 |
| 51.2    | Esecuzione.....   | 154 |
| 51.3    | Solai con travetti precompressi prefabbricati e blocchi in laterizio.....   | 155 |
| 51.4    | Norme complementari relative ai solai misti e blocchi diversi dal laterizio.....  | 156 |
| 51.5    | Norme complementari relative ai solai realizzati con l'associazione di elementi in c.a. e c.a.p. prefabbricati con unioni e/o getti di completamento..... | 156 |
| Art. 52 | - <i>Opere da carpentiere</i> .....   | 156 |
| Art. 53 | - <i>Opere e manufatti in acciaio od altri metalli</i> .....  | 157 |
| 53.1    | Accettazione dei materiali.....   | 157 |
| 53.2    | Modalità di lavorazione.....  | 157 |
| 53.3    | Modalità esecutive delle unioni.....  | 158 |
| 53.4    | Montaggio di prova.....   | 158 |
| 53.5    | Pesatura dei manufatti.....   | 159 |
| 53.6    | Controllo del tipo e della quantità delle opere - Verifica delle strutture murarie.....   | 159 |
| 53.7    | Collocamento e montaggio in opera - Oneri connessi.....   | 159 |
| 53.8    | Verniciatura e zincatura.....   | 160 |
| 53.9    | Costruzioni in acciaio.....   | 160 |
| Art. 54 | <i>Scale e strutture in ferro</i> .....   | 160 |
| Art. 55 | <i>Coperture piane continue</i> .....   | 162 |
| 55.1    | Copertura non termoisolata non ventilata.....   | 162 |
| 55.2    | Copertura ventilata ma non termoisolata.....  | 162 |
| 55.3    | Copertura termoisolata e ventilata.....   | 163 |
| 55.3.1  | Realizzazione degli strati.....   | 163 |
| 55.3.2  | Controlli e aggiornamento del piano di manutenzione dell'opera.....   | 165 |
| Art. 56 | <i>Coperture a falda</i> .....  | 165 |
| 56.1    | Strati funzionali.....  | 165 |
| 56.1.1  | Realizzazione degli strati.....   | 166 |
| 56.2    | Controlli e aggiornamento del piano di manutenzione dell'opera.....   | 167 |
| Art. 57 | <i>Impermeabilizzazioni</i> .....   | 168 |
| 57.1    | Impermeabilizzazione di opere interrato.....  | 168 |
| 57.2    | Impermeabilizzazioni di elementi verticali.....   | 169 |
| 57.3    | Controlli e aggiornamento del piano di manutenzione dell'opera.....   | 169 |
| Art. 58 | <i>Opere e strutture di muratura</i> .....  | 170 |
| 58.1    | Criteri generali per l'esecuzione.....  | 170 |
| 58.2    | Murature di mattoni e di blocchi cavi di cls a faccia vista.....  | 170 |
| 58.3    | Murature con rivestimento lapideo.....  | 171 |
| 58.4    | Facce a vista delle murature di pietrame.....   | 172 |
| 58.5    | Spessore minimo dei muri.....   | 172 |
| 58.6    | Cordoli di piano.....   | 173 |
| 58.7    | Cordoli di collegamento fra la fondazione e la struttura in elevazione.....   | 173 |
| 58.8    | Muratura armata.....  | 173 |
| Art. 59 | <i>Pareti esterne e partizioni interne</i> .....  | 175 |
| Art. 60 | <i>Intonaci</i> .....   | 176 |
| 60.1    | Intonaco grezzo.....  | 176 |
| 60.2    | Intonaco grezzo fratazzato.....   | 176 |
| 60.3    | Intonaco civile.....  | 176 |
| 60.4    | Intonaco resistente alla fiamma.....  | 176 |
| 60.5    | Paraspigoli.....  | 177 |
| Art. 61 | <i>Serramenti e vetri</i> .....   | 177 |
| 61.1    | Realizzazione.....  | 177 |
| 61.2    | Posa in opera dei serramenti.....   | 178 |
| 61.3    | Controlli e aggiornamento del piano di manutenzione dell'opera.....   | 178 |
| Art. 62 | <i>Pavimentazioni</i> .....   | 179 |
| 62.1    | Strati funzionali.....  | 179 |
| 62.2    | Realizzazione degli strati.....   | 180 |
| 62.3    | Materiali.....  | 181 |
| 62.4    | Controlli e aggiornamento del piano di manutenzione dell'opera.....   | 182 |
| Art. 63 | <i>Finiture</i> .....   | 183 |
| 63.1    | Decorazioni.....  | 183 |
| 63.2    | Tinteggiature e verniciature.....   | 183 |

|                |   |            |
|----------------|---|------------|
| 63.3           | Rivestimenti per interni ed esterni .....   | 184        |
| 63.3.1         | Sistemi realizzati con prodotti rigidi .....  | 184        |
| 63.3.2         | Sistemi realizzati con prodotti flessibili .....  | 185        |
| 63.3.3         | Sistemi realizzati con prodotti fluidi .....  | 185        |
| 63.4           | Controlli e aggiornamento del piano di manutenzione dell'opera .....                        | 186        |
| <b>Art. 64</b> | <b><i>Posa in opera delle tubazioni in genere</i></b> .....                                 | <b>187</b> |
| 64.1           | Norme generali .....  | 187        |
| 64.2           | Pulizia e lavaggio dei tubi.....  | 190        |
| 64.3           | Movimentazione e conservazione dei tubi.....  | 190        |
| 64.4           | Montaggio delle condotte .....  | 191        |
| 64.5           | Ancoraggi .....   | 191        |
| 64.6           | Livellette di posa.....   | 192        |
| 64.7           | Attraversamenti.....  | 192        |
| 64.8           | Isolamenti termici .....  | 192        |
| 64.9           | Protezione passiva e attiva contro correnti vaganti e corrosioni elettrochimiche .....      | 193        |
| 64.9.1         | Protezione catodica .....   | 193        |
| 64.9.2         | Altri metodi di Protezione.....   | 197        |
| 64.9.3         | ripristino delle interruzioni e delle rotture del rivestimento protettivo.....              | 197        |
| 64.9.4         | Attraversamenti.....  | 198        |
| 64.9.5         | Incroci e parallelismi con altre strutture interrata.....                                   | 198        |
| 64.9.6         | Giunti dielettrici.....   | 198        |
| 64.9.7         | Prescrizioni per l'inserimento di elementi flangiati.....                                   | 198        |
| 64.9.8         | Collaudo elettrico.....   | 200        |
| 64.10          | Tubazioni in conglomerato cementizio armato turbocentrifugato .....                         | 200        |
| 64.11          | Tubazioni in acciaio .....  | 202        |
| 64.12          | Norme particolari per la posa delle tubazioni in acciaio.....                               | 204        |
| 64.12.1        | Giunto a flangia.....   | 205        |
| 64.12.2        | Giunzioni Saldate.....  | 205        |
| 64.12.3        | Esecuzione delle giunzioni.....   | 207        |
| 64.13          | Norme particolari per la posa in opera delle tubazioni in polivinilcloruro .....            | 212        |
| 64.14          | Posa delle tubazioni in PEAD strutturato .....  | 213        |
| <b>Art. 65</b> | <b><i>Pezzi speciali e apparecchi idraulici in genere</i></b> .....                         | <b>217</b> |
| 65.1           | Apparecchi e pezzi speciali.....  | 217        |
| 65.2           | Giunti di smontaggio .....  | 222        |
| 65.3           | Valvole a farfalla .....  | 222        |
| 65.4           | Saracinesche in ghisa sferoidale - Saracinesche flangiate in genere.....                    | 222        |
| 65.5           | Sfiati automatici in ghisa .....  | 224        |
| <b>Art. 66</b> | <b><i>Pavimentazioni stradali</i></b> .....   | <b>225</b> |
| 66.1           | Fondazione in misto granulare.....  | 225        |
| 66.2           | Strato di base in misto bitumato.....   | 225        |
| 66.3           | Strato di usura (tappeto).....  | 226        |
| 66.3.1         | Posa in opera delle miscele .....   | 227        |
| 66.3.2         | Controlli .....   | 228        |
| 66.4           | Pavimentazione di blocchetti prefabbricati di calcestruzzo .....                            | 229        |
| 66.4.1         | Massicciata.....  | 229        |
| 66.5           | Pavimentazione ecologica.....   | 229        |
| <b>Art. 67</b> | <b><i>Barriere stradali di sicurezza</i></b> .....  | <b>230</b> |
| 67.1           | Barriere di sicurezza in acciaio .....  | 230        |
| 67.2           | Barriere di sicurezza a doppia onda .....   | 236        |
| 67.3           | Barriere di sicurezza in metallo-legno .....  | 238        |
| <b>Art. 68</b> | <b><i>Opere d'arte</i></b> .....  | <b>239</b> |
| 68.1           | Caditoie stradali .....   | 239        |
| 68.2           | Pozzetti per la raccolta delle acque stradali .....   | 239        |
| 68.3           | Camerette d'ispezione .....   | 243        |
| 68.4           | Pozzetti prefabbricati .....  | 244        |
| 68.5           | Pozzetti realizzati in opera .....  | 244        |
| 68.6           | Tubazioni, canalette, cunette e cunicoli .....  | 246        |
| <b>Art. 69</b> | <b><i>Attraversamenti</i></b> .....   | <b>250</b> |
| 69.1           | Attraversamenti sub-alvei .....   | 250        |
| 69.2           | Attraversamenti di strade .....   | 250        |
| <b>Art. 70</b> | <b><i>Difese in massi di pietrame</i></b> .....   | <b>251</b> |
| 70.1           | Difese in massi semplicemente posati.....   | 251        |
| 70.2           | Difese in massi intasati con cls. ....  | 251        |
| <b>Art. 71</b> | <b><i>Impianto di potabilizzazione, trattamento controlavaggi e sollevamento.</i></b> ..... | <b>252</b> |
| <b>Art. 72</b> | <b><i>Ingegneria naturalistica</i></b> .....  | <b>252</b> |
| 72.1           | Terre rinforzate .....  | 252        |
| <b>Art. 73</b> | <b><i>Opere a verde</i></b> .....   | <b>256</b> |

|                |  |            |
|----------------|--|------------|
| 73.1           | Terra da coltivo riportata .....   | 256        |
| 73.2           | Substrati di coltivazione.....   | 256        |
| 73.3           | Concimi organici.....  | 257        |
| 73.4           | Concimi minerali.....  | 257        |
| 73.5           | Acqua per innaffiamento.....   | 259        |
| 73.6           | Estrazione dal vivaio e controllo delle piante .....   | 259        |
| 73.7           | Alberi.....  | 259        |
| 73.7.1         | Precauzioni da prendere fra l'estrazione e la messa a dimora.....  | 260        |
| 73.7.2         | Periodo di messa a dimora .....  | 260        |
| 73.7.3         | Preparazione delle piante prima della messa a dimora.....  | 260        |
| <b>Art. 74</b> | <b>Impianto idrosanitario.....</b>   | <b>266</b> |
| 74.1           | Caratteristiche dei materiali.....   | 266        |
| 74.2           | Prescrizioni normative.....  | 267        |
| 74.3           | Contatori per acqua.....   | 267        |
| 74.3.1         | Contatori per acqua fredda.....  | 267        |
| 74.3.2         | Contatori per acqua calda.....   | 268        |
| 74.4           | Criteri di esecuzione .....  | 268        |
| 74.4.1         | Posa in opera delle tubazioni.....   | 268        |
| 74.4.2         | Isolamento termico.....  | 269        |
| 74.4.3         | Protezione contro la corrosione.....   | 269        |
| 74.4.4         | Rete di ventilazione.....  | 270        |
| 74.4.5         | Rete di scarico delle acque di rifiuto.....  | 272        |
| 74.4.6         | Rete di scarico delle acque piovane. Canali di gronda e pluviali.....  | 280        |
| <b>Art. 75</b> | <b>ASCENSORE.....</b>  | <b>286</b> |
| 75.1           | Norme sugli ascensori.....   | 286        |
| 75.2           | Considerazioni generali e osservazioni preliminari .....   | 286        |
| 75.2.1         | Considerazioni generali.....   | 286        |
| 75.2.2         | Osservazioni preliminari.....  | 287        |
| 75.3           | Cabina.....  | 287        |
| 75.4           | Elementi di sospensione e elementi di sostegno .....   | 287        |
| 75.5           | Controllo delle sollecitazioni (compresa la velocità eccessiva).....   | 287        |
| 75.6           | Motore .....   | 288        |
| 75.7           | Comandi.....   | 288        |
| 75.8           | Rischi per le persone al di fuori della cabina .....   | 288        |
| 75.9           | Rischi per le persone nella cabina.....  | 289        |
| 75.10          | Altri rischi .....   | 289        |
| 75.11          | Marcatura .....  | 290        |
| 75.12          | Istruzioni per l'uso.....  | 290        |
| 75.13          | Marcatura CE di conformità.....  | 290        |
| 75.14          | Componenti di sicurezza .....  | 291        |
| 75.15          | Requisiti dimensionali e prestazionali degli ascensori per i soggetti portatori di handicap.....   | 291        |
| 75.16          | Piattaforme elevatrici .....   | 292        |
| 75.17          | Regole di prevenzione incendi per i vani degli impianti di sollevamento ubicati nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi..... | 293        |
| 75.18          | Disposizioni generali.....   | 293        |
| 75.18.1        | Vano di corsa .....  | 294        |
| <b>Art. 76</b> | <b>Griglia e Sgrigliatore.....</b>   | <b>299</b> |
| <b>Art. 77</b> | <b>Impianto elettrico.....</b>   | <b>300</b> |
| 77.1           | Strumenti di misura.....   | 300        |
| <b>Art. 78</b> | <b>Centrali idroelettriche – opere elettromeccaniche .....</b>   | <b>300</b> |
| 78.1           | Paratoie motorizzate .....   | 300        |
| 78.1.1         | Caratteristiche Costruttive.....   | 301        |
| 78.1.2         | Azionamenti .....  | 302        |
| 78.1.3         | Accessori.....   | 303        |
| 78.1.4         | Tolleranze di Fabbricazione.....   | 303        |
| 78.1.5         | Comandi, Controlli, Segnalazioni .....   | 304        |
| 78.1.6         | Prove e Collaudi.....  | 304        |
| 78.1.7         | Protezione delle superfici.....  | 305        |
| 78.1.8         | Protezione contro la corrosione.....   | 306        |
| 78.1.9         | Garanzie.....  | 306        |
| 78.2           | Paratoia di Imbocco Condotta Forzata.....  | 306        |
| 78.2.1         | Caratteristiche Costruttive.....   | 307        |
| 78.2.2         | Prove e Collaudi.....  | 312        |
| 78.2.3         | Protezione delle Superfici .....   | 313        |
| 78.2.4         | Protezione contro la Corrosione.....   | 314        |
| 78.3           | Panconi .....  | 314        |
| 78.3.1         | Caratteristiche Costruttive.....   | 315        |
| 78.4           | Paratoia di macchina.....  | 315        |

|         |   |     |
|---------|---|-----|
| 78.5    | Griglia e Sgrigliatore .....  | 316 |
| 78.6    | Gruppo Turbina - generatore di energia elettrica .....              | 318 |
| 78.6.1  | Turbina .....   | 318 |
| 78.6.2  | Generatore.....   | 321 |
| 78.6.3  | Controlli e Segnalazioni.....                                       | 322 |
| 78.6.4  | Prove e Collaudi.....   | 325 |
| 78.7    | Generatore Diesel d'emergenza .....                                 | 327 |
| 78.7.1  | Caratteristiche Costruttive.....                                    | 327 |
| 78.7.2  | Prove e Collaudi.....   | 329 |
| 78.8    | Quadri Distribuzione 400 V .....                                    | 329 |
| 78.8.1  | Normativa e Criteri di Progetto.....                                | 329 |
| 78.8.2  | Caratteristiche Costruttive.....                                    | 330 |
| 78.8.3  | Quadro Prelievo Energia - Zona Vasca di Carico .....                | 339 |
| 78.8.4  | Quadro Distribuzione FM e Luce Paratoie - Zona Vasca di Carico..... | 340 |
| 78.8.5  | Quadro Distribuzione "Power Center" .....                           | 343 |
| 78.8.6  | Prove e Collaudi.....   | 343 |
| 78.9    | Quadri M.T. ....  | 344 |
| 78.9.1  | Caratteristiche Costruttive.....                                    | 344 |
| 78.9.2  | Apparecchiature Ausiliarie ed Accessori .....                       | 347 |
| 78.9.3  | Cavetteria e Circuiti Ausiliari .....                               | 347 |
| 78.9.4  | Isolatori .....   | 348 |
| 78.9.5  | Apparecchiature .....   | 348 |
| 78.9.6  | Prove e Collaudi.....   | 350 |
| 78.10   | Trasformatore .....   | 351 |
| 78.10.1 | Caratteristiche Costruttive.....                                    | 351 |
| 78.10.2 | Apparecchiature Ausiliarie ed Accessori .....                       | 353 |
| 78.10.3 | Prove e Collaudi.....   | 353 |
| 78.10.4 | Prove Elettriche.....   | 354 |
| 78.11   | Sistema di Comando.....   | 355 |
| 78.11.1 | Caratteristiche Costruttive.....                                    | 358 |
| 78.12   | Telegestione .....  | 364 |
| 78.12.1 | Architettura del Sistema.....                                       | 364 |
| 78.12.2 | Postazione Centrale.....  | 364 |
| 78.12.3 | Unità Periferica .....  | 366 |
| 78.12.4 | Ingegneria ed Istruzione del Personale.....                         | 368 |
| 78.12.5 | Trasmissione Dati .....   | 369 |
| 78.13   | Impianto Luce e F.M. ....   | 369 |
| 78.13.1 | Caratteristiche Costruttive e Funzionali.....                       | 370 |
| 78.14   | Cavi B.T. ....  | 373 |
| 78.14.1 | Cadute di Tensione.....   | 373 |
| 78.14.2 | Portate .....   | 373 |
| 78.14.3 | Caratteristiche Costruttive.....                                    | 374 |
| 78.14.4 | Prove e Collaudi.....   | 379 |
| 78.14.5 | Prove di Accettazione .....   | 379 |
| 78.15   | Rete di Terra.....  | 380 |
| 78.15.1 | Caratteristiche Costruttive.....                                    | 381 |
| 78.15.2 | Prove e Collaudi.....   | 385 |
| 78.16   | Protezione dalle Scariche Atmosferiche.....                         | 386 |
| 78.16.1 | Procedura da Adottare.....  | 386 |
| 78.16.2 | Individuazione della Struttura da Proteggere .....                  | 386 |
| 78.16.3 | Densità Annua di Fulmini a Terra .....                              | 386 |
| 78.16.4 | Analisi dei Rischi e Misure di Protezione .....                     | 387 |
| 78.17   | Strumentazione .....  | 387 |
| 78.17.1 | Caratteristiche Costruttive.....                                    | 387 |
| 78.17.2 | Prove e Collaudi.....   | 388 |
| 78.18   | Materiale di Montaggio e Miscelanea .....                           | 389 |
| 78.18.1 | Caratteristiche Costruttive.....                                    | 390 |
| 78.18.2 | Montaggio .....   | 391 |





# **1 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI IMPIEGATI NELLE LAVORAZIONI E MODALITA' OPERATIVE**

## **CAPO I CAPO I - QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI - CAMPIONI E PROVE**

I materiali occorrenti per i lavori dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio ed essere accettati, previa campionatura, dalla Direzione dei Lavori. Di norma essi proverranno da località o fabbriche che l'Impresa riterrà di sua convenienza purché preventivamente notificate e sempreché i materiali corrispondano ai requisiti prescritti dalle Leggi, dal Capitolato Speciale d'Appalto, dal presente Disciplinare, dall'Elenco Prezzi e dagli altri atti contrattuali. Essi dovranno essere, ad insindacabile giudizio delle Direzione dei Lavori, idonei e rispondenti ai requisiti prescritti.

Quando la Direzione dei Lavori abbia denunciato una qualsiasi provvista come non atta all'impiego, l'Impresa dovrà sostituirla con altra che corrisponda alle qualità volute. I materiali rifiutati dovranno essere sgombrati immediatamente a cura e spese dell'Appaltatore.

Malgrado l'accettazione dei materiali, l'Impresa resta totalmente responsabile della riuscita delle opere, anche per quanto dipende dai materiali stessi, la cui accettazione non pregiudica in nessun caso i diritti della Stazione Appaltante in sede di collaudo.

Qualora l'Appaltatore, nel proprio interesse o di sua iniziativa, impieghi materiali di dimensioni, consistenza o qualità superiori a quelle prescritte o con una lavorazione più accurata, ciò non gli darà diritto ad un aumento dei prezzi e la stima sarà fatta come se i materiali avessero le dimensioni, la qualità ed il magistero stabiliti dal contratto.

Qualora invece venga ammessa dalla Stazione Appaltante qualche scarsezza nelle dimensioni dei materiali, nella loro consistenza o qualità, ovvero una minor lavorazione, la Direzione dei lavori, sempre che l'opera sia accettabile senza pregiudizio, può applicare un'adeguata riduzione di prezzo in sede di contabilizzazione, salvo esame e giudizio in sede di collaudo.

L'Appaltatore è obbligato a prestarsi in ogni tempo ad effettuare tutte le prove prescritte dal Capitolato Speciale d'appalto o dalla Direzione dei Lavori sui materiali impiegati o da impiegarsi nonché sui manufatti, sia prefabbricati che formati in opera e sulle forniture in genere. In mancanza sia di una idonea organizzazione per l'esecuzione delle prove previste, sia di una normativa specifica di Capitolato, è riservato alla Direzione dei Lavori il diritto di dettare norme di prova alternative o complementari. Nessun compenso potrà l'Appaltatore pretendere né per i materiali asportati, né per il ripristino dei manufatti eventualmente manomessi per il prelievo dei campioni. Il prelievo verrà eseguito in contraddittorio e di ciò verrà steso apposito verbale. In tale sede l'Appaltatore ha la facoltà di richiedere, sempre che ciò sia compatibile con il tipo e le modalità esecutive della prova, di assistere o di farsi rappresentare alla stessa.

I campioni delle forniture consegnati all'Impresa, che debbono essere inviati a prova in tempo successivo a quello del prelievo, potranno essere conservati negli Uffici della Stazione Appaltante, muniti di sigilli a firma della Direzione Lavori e dell'Impresa, nei modi più adatti a ga-

rantire l'autenticità.

Le prove potranno essere eseguite presso gli Istituti autorizzati, presso la fabbrica di origine od in cantiere, a seconda delle disposizioni particolari del presente disciplinare o, in mancanza, della Direzione dei Lavori. L'Appaltatore resta comunque totalmente responsabile in rapporto ai materiali forniti la cui accettazione, in ogni caso, non pregiudica i diritti che l'Amministrazione si riserva in sede di collaudo finale.

In ogni caso tutte le spese di prelievo, di esecuzione, di assistenza, simili e connesse saranno ad esclusivo carico dell'Appaltatore. L'esito della prova farà fede a tutti gli effetti.

### **Art. 1 Leganti idraulici**

Le calce aeree ed idrauliche, dovranno rispondere ai requisiti di accettazione di cui al R.D. 16 novembre 1939, n. 2231; le calce idrauliche dovranno altresì rispondere alle prescrizioni contenute nella Legge 26 maggio 1965, n. 595, nonché ai requisiti di accettazione contenuti nel D.M. 31 agosto 1972. Sono anche da considerarsi le norme UNI EN 459/1 e 459/2.

Nelle opere strutturali oggetto delle norme tecniche approvate dal D.M. 14 gennaio 2008 devono impiegarsi esclusivamente i leganti idraulici previsti dalle disposizioni vigenti in materia (legge 26 maggio 1965, n. 595 e norme armonizzate della serie EN 197), dotati di attestato di conformità ai sensi delle norme EN 197-1 ed EN 197-2.

In caso di ambienti chimicamente aggressivi si deve far riferimento ai cementi previsti dalle norme UNI 9156 (cementi resistenti ai solfati) e UNI 9606 (cementi resistenti al dilavamento della calce).

I sacchi per la fornitura dei cementi debbono essere sigillati ed in perfetto stato di conservazione. Se l'imballaggio fosse comunque manomesso o il prodotto avariato, il cemento potrà essere rifiutato dalla Direzione dei Lavori e dovrà essere sostituito con altra idoneo. Se i leganti sono forniti sfusi, la provenienza e la qualità degli stessi dovranno essere dichiarate con documenti di accompagnamento della merce. La qualità del cemento potrà essere accertata mediante prelievo di campioni e la loro analisi presso laboratori ufficiali. L'impresa dovrà disporre in cantiere di silos per lo stoccaggio del cemento che ne consentano la conservazione in idonee condizioni termoigrometriche.

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 deve essere stata preventivamente sottoposta all'approvazione dell'organi-

simo abilitato.

Ai fini dell'accettazione dei cementi la Direzione dei Lavori potrà effettuare le seguenti prove:

UNI 9606 - Cementi resistenti al dilavamento della calce. Classificazione e composizione;

UNI EN 196-1 - Metodi di prova dei cementi. Determinazione delle resistenze meccaniche;

UNI EN 196-2 - Metodi di prova dei cementi. Analisi chimica dei cementi;

UNI EN 196-3 - Metodi di prova dei cementi. Determinazione del tempo di presa e della stabilità;

UNI ENV 196-4 - Metodi di prova dei cementi. Determinazione quantitativa dei costituenti;

UNI EN 196-5 - Metodi di prova dei cementi. Prova di pozzolanicità dei cementi pozzolanici;

UNI EN 196-6 - Metodi di prova dei cementi. Determinazione della finezza;

UNI EN 196-7 - Metodi di prova dei cementi. Metodi di prelievo e di campionatura del cemento;

UNI EN 196-21 - Metodi di prova dei cementi. Determinazione del contenuto di cloruri, anidride carbonica e alcali nel cemento;

UNI ENV 197-1 - Cemento. Composizione, specificazioni e criteri di conformità. Cementi comuni;

UNI ENV 197-2 - Cemento. Valutazione della conformità;

UNI 10397 - Cementi. Determinazione della calce solubilizzata nei cementi per dilavamento con acqua distillata;

UNI 10517 - Cementi Comuni. Valutazione della conformità;

UNI ENV 413-1 - Cemento da muratura. Specifica;

UNI EN 413-2 - Cemento da muratura. Metodi di prova.

## **1.1 Malte**

I componenti le malte saranno ad ogni impasto misurati. La miscela tra l'inerte e legante verrà fatta all'asciutto; la acqua sarà aggiunta soltanto dopo il raggiungimento di una intima miscelazione.

Qualora la confezione avvenga manualmente, si dovrà operare sopra aree pavimentate in legno o mattoni riparate dal sole e della pioggia.

Per lavori nella stagione rigida, la Direzione dei Lavori potrà richiedere di unire alla malta un additivo; per tale impiego l'Impresa non potrà sollevare eccezioni e non avrà diritto ad alcun compenso oltre il prezzo stabilito dall'elenco per tale prodotto. Il volume degli impasti verrà limitato alla quantità necessaria all'immediato impiego e gli eventuali residui saranno portati a rifiuto.

## **1.2 Aggiunte**

È ammesso l'impiego di aggiunte, in particolare di ceneri volanti, loppe granulate d'altoforno e fumi di silice, purché non vengano modificate negativamente le caratteristiche prestazionali del conglomerato cementizio.

Le ceneri volanti devono soddisfare i requisiti della norma EN 450 e potranno essere impiegate rispettando i criteri stabiliti dalla UNI EN 206-1 ed UNI 11104.

I fumi di silice devono essere costituiti da silice attiva amorfa presente in quantità maggiore o uguale all'85% del peso totale.

#### Ceneri volanti

Le ceneri volanti, costituenti il residuo solido della combustione di carbone dovranno provenire da centrali termoelettriche in grado di fornire un prodotto di qualità costante nel tempo e documentabile per ogni invio, e non contenere impurezze (lignina, residui oleosi, pentossido di vanadio, etc.) che possano danneggiare o ritardare la presa e l'indurimento del cemento.

Particolare attenzione dovrà essere prestata alla costanza delle loro caratteristiche che devono soddisfare i requisiti delle UNI EN 450 del settembre 1995.

Il dosaggio delle ceneri volanti non deve superare il 25% del peso del cemento. Detta aggiunta non sarà computata in alcun modo nel calcolo del rapporto A/C.

Nella progettazione del mix design e nelle verifiche periodiche da eseguire, andrà comunque verificato che l'aggiunta di ceneri praticata non comporti un incremento della richiesta di additivo, per ottenere la stessa fluidità dell'impasto privo di ceneri maggiore dello 0,2%.

#### Microsilice

Silice attiva colloidale amorfa, costituita da particelle sferiche isolate di SiO<sub>2</sub> con diametro compreso tra 0,01 e 0,5 micron ottenuta da un processo di tipo metallurgico, durante la produzione di silice metallica o di leghe ferro-silicio, in un forno elettrico ad arco.

La silice fume può essere fornita allo stato naturale come ottenuta dai filtri di depurazione sulle ciminiere delle centrali a carbone oppure come sospensione liquida di particelle con contenuto secco di 50% in massa.

Si dovrà porre particolare attenzione al controllo in corso d'opera del mantenimento della costanza delle caratteristiche granulometriche e fisicochimiche.

Il dosaggio della silice fume non deve comunque superare il 7% del peso del cemento.

Detta aggiunta non sarà computata in alcun modo nel calcolo del rapporto a/c.

Se si utilizzano cementi di tipo I potrà essere computata nel dosaggio di cemento e nel rapporto a/c una quantità massima di tale aggiunta pari all'11% del peso del cemento.

Nella progettazione del mix design e nelle verifiche periodiche da eseguire, andrà comunque verificato che l'aggiunta di microsilice praticata non comporti un incremento della richiesta dell'additivo maggiore dello 0,2%, per ottenere la stessa fluidità dell'impasto privo di silice fume.

### **1.3 Additivi**

Il loro impiego, come per ogni altro componente, dovrà essere preventivamente sperimentato e dichiarato nel mix design della miscela di conglomerato cementizio, preventivamente progettata.

Gli additivi per impasti cementizi si intendono classificati come segue:

- fluidificanti;

- aeranti;
- ritardanti; acceleranti;
- fluidificanti-aeranti;
- fluidificanti-ritardanti;
- fluidificanti-acceleranti;
- antigelo-superfluidificanti.

Gli additivi devono essere conformi alla parte armonizzata della norma europea EN 934-2.

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;
- non provocare la corrosione dei ferri d'armatura;
- non interagire sul ritiro o sull'espansione del calcestruzzo, in tal caso si dovrà procedere alla determinazione della stabilità dimensionale.

Gli additivi da utilizzarsi, eventualmente, per ottenere il rispetto delle caratteristiche delle miscele in conglomerato cementizio, potranno essere impiegati solo dopo valutazione degli effetti per il particolare conglomerato cementizio da realizzare e nelle condizioni effettive di impiego.

Particolare cura dovrà essere posta nel controllo del mantenimento nel tempo della lavorabilità del calcestruzzo fresco.

Per le modalità di controllo e di accettazione il Direttore dei Lavori potrà far eseguire prove od accettare l'attestazione di conformità alle norme vigenti.

#### Additivi acceleranti

Gli additivi acceleranti, allo stato solido o liquido hanno la funzione di addensare la miscela umida fresca e portare ad un rapido sviluppo delle resistenze meccaniche.

Il dosaggio degli additivi acceleranti dovrà essere contenuto tra lo 0,5 e il 2% (ovvero come indicato dal fornitore) del 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.

La Direzione dei Lavori si riserva di verificare la loro azione prima dell'impiego, mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo secondo quanto previsto dal D.M. 14 gennaio 2008 e delle norme UNI vigenti;
- la 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 potranno essere eccezionalmente utilizzati, previa idonea qualifica e

preventiva approvazione da parte della Direzione dei Lavori, per:

- particolari opere che necessitano di getti continui e prolungati, al fine di garantire la loro corretta monoliticità;
- getti in particolari condizioni climatiche;
- singolari opere ubicate in zone lontane e poco accessibili dalle centrali/impianti di betonaggio.

La Direzione dei Lavori si riserva di verificare la loro azione prima dell'impiego, mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal D.M. 14 gennaio 2008 e delle norme UNI vigenti;
- la 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 della Direzione dei Lavori.

Il dosaggio degli additivi antigelo dovrà essere contenuto tra lo 0,5 e lo 2% (ovvero come indicato dal fornitore) del 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.

La Direzione dei Lavori 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. 14 gennaio 2008 e delle norme UNI vigenti;
- la 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 della Direzione dei Lavori.

L'additivo superfluidificante di prima e seconda additivazione dovrà essere di identica marca e tipo. Nel caso in cui, il mix design preveda l'uso di additivo fluidificante come prima additivazione, associato ad additivo superfluidificante a piè d'opera, questi dovranno essere di tipo

compatibile e preventivamente sperimentati in fase di progettazione del mix design e di pre-qualifica della miscela.

Dopo la seconda aggiunta di additivo, sarà comunque necessario assicurare la miscelazione per almeno 10 minuti prima dello scarico del calcestruzzo; la Direzione dei Lavori potrà richiedere una miscelazione più prolungata in funzione dell'efficienza delle attrezzature e delle condizioni di miscelamento.

Il dosaggio degli additivi fluidificanti dovrà essere contenuto tra lo 0,2 e lo 0,3% (ovvero come indicato dal fornitore) del 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.

La Direzione dei Lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego, mediante:

- la determinazione della consistenza dell'impasto mediante l'impiego della tavola a scosse con riferimento alla UNI 8020;
- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal D.M. 14 gennaio 2008 e norme UNI vigenti;
- la prova di essudamento prevista dalla UNI 7122.

#### Additivi aeranti

Gli additivi aeranti sono da utilizzarsi per migliorare la resistenza del calcestruzzo ai cicli di gelo e disgelo, previa autorizzazione della Direzione dei Lavori. La quantità dell'aerante deve essere compresa tra lo 0,005 e lo 0,05% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento. La Direzione dei Lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego, mediante:

- la determinazione del contenuto d'aria secondo la UNI 6395;
- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo secondo previste dal D.M. 14 gennaio 2008 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 del calcestruzzo, 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 della Direzione dei Lavori. La quantità dell'aerante deve essere compresa tra lo 7 e lo 10% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento.

#### Norme di riferimento

In generale per quanto non specificato si rimanda alle seguenti norme:



UNI 8146 - Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Idoneità e relativi metodi di controllo;

UNI 8147 - Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione dell' espansione contrastata della malta contenente l' agente espansivo;

UNI 8148 - Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione dell' espansione contrastata del calcestruzzo contenente l' agente espansivo;

UNI 8149 - Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione della massa volumica.

La Direzione dei Lavori 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. 14 gennaio 2008 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.

Le prove di resistenza a compressione del calcestruzzo, di regola, devono essere eseguite dopo la stagionatura.

#### Antievaporanti

Gli eventuali prodotti antievaporanti filmogeni devono rispondere alle norme UNI, da UNI 8656 a UNI 8660. L' appaltatore deve preventivamente sottoporre all' approvazione della Direzione dei Lavori la documentazione tecnica sul prodotto e sulle modalità di applicazione. Il Direttore dei Lavori deve accertarsi, che il materiale impiegato sia compatibile con prodotti di successive lavorazioni (per esempio con il primer di adesione di guaine per impermeabilizzazione di solette) e che non interessi le zone di ripresa del getto.

#### Prodotti disarmanti

Come disarmanti è vietato usare lubrificanti di varia natura e oli esausti.

Dovranno invece essere impiegati prodotti specifici, conformi alla norma UNI 8866 parti 1 e 2 per i quali sia stato verificato che non macchino o danneggino la superficie del conglomerato cementizio indurito.

#### Metodi di prova

La Direzione dei Lavori, per quanto non specificato, per valutare l' efficacia degli additivi potrà disporre l' esecuzione delle seguenti prove:

UNI 7110 - Additivi per impasti cementizi. Determinazione della solubilità in acqua distillata ed in acqua satura di calce;

UNI EN 934-2 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Additivi per calcestruzzo. Definizioni e requisiti;

UNI 10765 - Additivi per impasti cementizi. Additivi multifunzionali per calcestruzzo. Definizioni, requisiti e criteri di conformità.

## **1.4 Acqua di impasto**

L'acqua per gli impasti deve essere dolce, limpida, priva di sali (particolarmente solfati e cloruri) in percentuali dannose, priva di materie terrose e non essere aggressiva.

L'acqua, a discrezione della Direzione dei Lavori, 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.

L'acqua di impasto, ivi compresa l'acqua di riciclo, dovrà essere conforme alla norma UNI EN 1008 come stabilito dalle norme tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 14 gennaio 2008.

### **Art. 2 Calcestruzzi**

Si ritengono come integralmente trascritte e facenti parte del presente disciplinare le disposizioni vigenti in materia di opere in conglomerato cementizio armato e non armato anche per quanto concerne la granulometria degli inerti.

I calcestruzzi dovranno essere confezionati con impastatrice meccanica.

Qualora, in via eccezionale, la preparazione avvenga manualmente, la stessa dovrà essere eseguita con attrezzi idonei, sopra apposito tavolato riparato dal sole e dalla pioggia.

Il calcestruzzo sarà confezionato con leganti idraulici mescolati nelle volute proporzioni a ghiaia o ghiaietto o pietrisco, secondo le prescrizioni della Direzione Lavori; esso si impiegherà sempre appena confezionato e tutti gli avanzati saranno gettati tra le materie di rifiuto.

Il calcestruzzo per fondazione di manufatti e platee verrà disteso sul fondo dello scavo debitamente regolarizzato e, se in terra sciolta, battuto a strati dello stesso spessore prescritto, fortemente compressi con appositi battitoi.

Nell'esecuzione degli strati, quello superiore dovrà essere gettato prima che il sottostante abbia iniziato la presa.

In difetto, la ripresa sarà proceduta da accurata pulizia con spargimento di malta pura, fluida, senza speciale compenso; parimenti, dovendosi addossare il calcestruzzo a murature eseguite già da qualche tempo, queste verranno abbondantemente lavate, quindi asperse di malta fresca, affinché possa avere luogo il collegamento.

Se il calcestruzzo deve essere sommerso nell'acqua, l'Impresa dovrà adoperare le precauzioni e i mezzi necessari a che non avvengano dilavamenti od irregolari stratificazioni senza per questo pretendere compensi oltre a quelli previsti dall'elenco prezzi.

I calcestruzzi dovranno essere riparati dal sole mediante coperture da mantenere bagnate fino a sufficiente indurimento.

Calcestruzzi e murature dovranno essere difesi dall'acqua e dal gelo con opportuni ripari.

Salvo le particolari prescrizioni caso per caso riportate, i campioni di calcestruzzo stagionati a 28 giorni dovranno garantire le seguenti resistenze a compressione cubica:

- a) Calcestruzzo a 2 ql di cemento tipo 325:  
carico di rottura maggiore o uguale a 110 kg/cmq;

Calcestruzzo a 3 ql di cemento tipo 325:  
carico di rottura maggiore o uguale a 220 kg/cmq;  
Calcestruzzo a 4 ql di cemento tipo 325:  
carico di rottura maggiore o uguale a 320 Kg/cmq.

- b) Calcestruzzo a 2 ql di cemento tipo 425:  
carico di rottura maggiore o uguale a 130 kg/cmq  
Calcestruzzo a 3 ql di cemento tipo 425:  
carico di rottura maggiore o uguale a 370 kg/cmq.

Per dosature di cemento intermedie tra quelle indicate, le resistenze richieste si deducono per interpolazione lineare.

#### Confezione e posa del calcestruzzo

È opportuno eseguire una prova di miscelazione al fine di verificare l' idoneità dell' impasto previsto. In condizioni normali, si consiglia di introdurre i componenti dell' impasto nel mescolatore in rotazione nel seguente ordine:

- aggregato grosso;
- 2/3 dell' acqua totale prevista e, dopo un intervallo di circa 30" / 60":
- aggregato fine e cemento,
- 1/3 dell' acqua prevista, con eventuali additivi.

Il tempo di miscelazione, a partire dall' avvenuta introduzione di tutti i componenti, non deve risultare inferiore a un minuto primo, seppure sia consigliabile un tempo maggiore.

Per disporre di sufficiente coesione ed evitare segregazioni, la consistenza dovrà essere «plastica» al momento della posa in opera, e cioè con un indice di assestamento compreso, nei casi ordinari, tra 1,10 e 1,20.

La consistenza necessaria al momento del getto dovrà essere determinata, caso per caso, con prove preliminari.

I getti devono essere eseguiti a strati di spessore limitato per consentirne la vibrazione completa ed evitare il fenomeno della segregazione.

#### Resistenza caratteristica a compressione

La resistenza caratteristica a compressione va controllata come per il calcestruzzo normale secondo i criteri di cui al D.M. 14 settembre 2005.

La resistenza a trazione va determinata mediante prove sperimentali a trazione semplice, secondo le modalità di cui alle norme UNI vigenti.

Se la resistenza a trazione è determinata mediante prove di resistenza a trazione indiretta o a trazione per flessione, il valore della resistenza a trazione semplice può essere dedotto utilizzando opportuni coefficienti di correlazione.

Valutata la resistenza a trazione media  $f_{ctm}$  su almeno 6 campioni prismatici o cilindrici, i valori caratteristici corrispondenti ai frattili 5% e 95% possono assumersi pari a:

$$f_{ctk}(5\%) = 0,7 f_{ctm}$$

$$f_{ctk}(95\%) = 1,3 f_{ctm}$$

Il valore della resistenza a trazione per flessione si assumerà, in mancanza di sperimentazione diretta, pari a:

$$f_{ctm} = 1,2 f_{ctm}$$

Il modulo elastico secante a compressione va determinato mediante sperimentazione diretta da eseguirsi secondo la norma UNI 6556, ed è dato dal valore medio su almeno 3 provini prismatici o cilindrici.

#### Trasporto e consegna

Il Direttore dei Lavori prima dell'accettazione del calcestruzzo dovrà verificare l'eventuale segregazione dei materiali, perdita di componenti o contaminazione della miscela durante il trasporto e lo scarico dai mezzi.

Per il calcestruzzo preconfezionato i tempi di trasporto devono essere commisurati alla composizione del calcestruzzo ed alle condizioni atmosferiche

L'appaltatore dovrà fornire alla Direzione dei Lavori, prima o durante l'esecuzione del getto, il documento di consegna del produttore del calcestruzzo contenente almeno i seguenti dati:

- impianto di produzione;
- quantità in mc del calcestruzzo trasportato;
- dichiarazione di conformità alle disposizioni della norma UNI EN 206-1;
- denominazione o marchio dell'ente di certificazione;
- ora di carico;
- ore di inizio e fine scarico
- dati dell'appaltatore;
- cantiere di destinazione.

Per il calcestruzzo a prestazione garantita, la Direzione dei Lavori potrà chiedere le seguenti informazioni:

- tipo e classe di resistenza del cemento;
- tipo di aggregato;
- tipo di additivi eventualmente aggiunti;
- rapporto acqua/cemento;
- prove di controllo di produzione del calcestruzzo;
- sviluppo della resistenza;
- provenienza dei materiali componenti.

Per i calcestruzzi di particolare composizione dovranno essere fornite informazioni circa la composizione, il rapporto acqua/cemento e la dimensione massima dell'aggregato.

Il Direttore dei Lavori potrà rifiutare il calcestruzzo qualora non rispetti le prescrizioni di legge e contrattuali, espresse almeno in termini di resistenza contrattuale e classe di consistenza.

Le considerazioni su esposte valgono anche per il calcestruzzo confezionato in cantiere.

#### Getto

Prima dell'esecuzione del getto la Direzione dei Lavori dovrà verificare la corretta posizione delle armature metalliche, la rimozione di polvere, terra, ecc, dentro le casseformi; i giunti di

ripresa delle armature, la bagnatura dei casseri, le giunzioni tra i casseri, la pulitura dell'armatura da ossidazioni metalliche superficiali, la stabilità delle casseformi, ecc.

I getti devono essere eseguiti a strati di spessore limitato per consentirne la vibrazione completa ed evitare il fenomeno della segregazione dei materiali, spostamenti e danni alle armature, guaine, ancoraggi, ecc

Il calcestruzzo pompabile deve avere una consistenza semifluida, con uno slump non inferiore a 10-15 cm, inoltre l'aggregato deve avere diametro massimo non superiore ad 1/3 del diametro interno del tubo della pompa.

Le pompe a rotore o a pistone devono essere impiegate per calcestruzzo avente diametro massimo dell'aggregato non inferiore a 15 mm. In caso di uso di pompe a pistone devono adoperarsi le necessarie riduzioni del diametro del tubo in relazione al diametro massimo dell'inerte che non deve essere superiore ad 1/3 del diametro interno del tubo di distribuzione.

Le pompe pneumatiche devono adoperarsi per i betoncini e le malte o pasta di cemento.

La Direzione dei Lavori, durante l'esecuzione del getto del calcestruzzo, dovrà verificare la profondità degli strati, e la distribuzione uniforme entro le casseformi, l'uniformità della compattazione senza fenomeni di segregazione, gli accorgimenti per evitare danni dovuti alle vibrazioni o urti alle strutture già gettate.

L'appaltatore ha l'onere di approntare i necessari accorgimenti per la protezione delle strutture appena gettate dalle condizioni atmosferiche negative o estreme: piogge, freddo, caldo. La superficie dei getti deve essere mantenuta umida per almeno quindici giorni e comunque fino a 28 gg. In climi caldi e secchi.

Non si deve mettere in opera calcestruzzo a temperature minori di 0 °C salvo il ricorso ad opportune cautele autorizzate dalla Direzione dei Lavori.

Le interruzioni del getto devono essere limitate al minimo possibile, in tutti i casi devono essere autorizzate dalla Direzione dei Lavori.

Le riprese del getto su calcestruzzo fresco possono essere eseguite mediante l'impiego di additivi ritardanti nel dosaggio necessario in relazione alla composizione del calcestruzzo.

Le riprese dei getti su calcestruzzo indurito devono prevedere superfici di ripresa del getto precedente molto rugose che devono essere accuratamente pulite e superficialmente trattate per assicurare la massima adesione tra i due getti di calcestruzzo. La superficie di ripresa del getto di calcestruzzo può essere ottenuta con:

- scarificazione della superficie del calcestruzzo già gettato;
- spruzzando sulla superficie del getto una dose di additivo ritardante la presa;
- collegare i due getti con malta collegamento a ritiro compensato.

I getti di calcestruzzo in climi freddi non devono essere eseguiti a temperatura inferiore a 0 °C. Nei casi estremi la Direzione dei lavori potrà autorizzare l'uso di additivi acceleranti. In caso di temperature molto basse il calcestruzzo dovrà essere confezionato con inerti preriscaldati con vapore ed acqua con temperatura tra 50 e 90 °C, avendo cura di non mescolare il cemento con l'acqua calda per evitare una rapida presa.

A discrezione della Direzione dei Lavori anche le casseforme potranno essere riscaldate

dall'esterno mediante vapore acqueo, acqua calda od altro.

#### Vibrazione e compattazione

La compattazione del calcestruzzo deve essere appropriata alla consistenza del calcestruzzo. Nel caso di impiego di vibratori l'uso non deve essere prolungato per non provocare la separazione dei componenti il calcestruzzo per effetto della differenza del peso specifico ed il rifluimento verso l'alto dell'acqua di impasto con conseguente trasporto di cemento.

La compattazione del calcestruzzo deve evitare la formazione di vuoti, soprattutto nelle zone di copriferro.

#### Stagionatura e protezione

La stagionatura delle strutture in calcestruzzo armato potrà essere favorita approntando accorgimenti per prevenire il prematuro essiccamento per effetto dell'irraggiamento solare e dell'azione dei venti, previa autorizzazione della Direzione dei Lavori, mediante copertura con teli di plastica, rivestimenti umidi, getti d'acqua nebulizzata sulla superficie, prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione ed in ultimo allungando i tempi del disarmo. I metodi predetti possono essere applicati sia separatamente o combinati.

I tempi di stagionatura potranno essere determinati con riferimento alla maturazione in base al grado di idratazione della miscela di calcestruzzo, agli usi locali, ecc.. Per determinare lo sviluppo della resistenza e la durata della stagionatura del calcestruzzo si farà riferimento al prospetto 12 della norma UNI EN 206-1.

L'appaltatore deve quindi garantire un adeguato periodo di stagionatura protetta, iniziato immediatamente dopo aver concluso le operazioni di posa in opera, il calcestruzzo potrà raggiungere le sue proprietà potenziali nella massa e in particolare nella zona superficiale.

La protezione consiste nell'impedire, durante la fase iniziale del processo di indurimento:

- l'essiccazione della superficie del calcestruzzo, perché l'acqua è necessaria per l'idratazione del cemento e, nel caso in cui si impieghino cementi di miscela, per il progredire delle reazioni pozzolaniche; inoltre per evitare che gli strati superficiali del manufatto indurito risultino porosi. L'essiccazione prematura rende il copriferro permeabile e quindi scarsamente resistente alla penetrazione delle sostanze aggressive presenti nell'ambiente di esposizione.

- il congelamento dell'acqua d'impasto prima che il calcestruzzo abbia raggiunto un grado adeguato di indurimento;

- che i movimenti differenziali, dovuti a differenze di temperatura attraverso la sezione del manufatto, siano di entità tale da generare fessure.

I metodi di stagionatura proposti dal Progettista dovranno essere preventivamente sottoposti all'esame del Direttore dei lavori che potrà richiedere le opportune verifiche sperimentali.

Tutte le superfici delle strutture gettate dovranno essere mantenute umide per almeno 15 gg. dopo il getto mediante utilizzo di prodotti filmogeni applicati a spruzzo ovvero mediante continua bagnatura con serie di spruzzatori d'acqua o con altri idonei sistemi e comunque fino a 28 gg. in climi caldi e secchi.

Per le solette é preferibile utilizzare i prodotti filmogeni citati o eseguire la bagnatura continuamente rinnovata. Qualora il prodotto filmogeno venga applicato su una superficie di ripresa, prima di eseguire il successivo getto si dovrà procedere a ravvivare la superficie.

Il metodo di stagionatura prescelto dovrà assicurare che le variazioni termiche differenziali nella sezione trasversale delle strutture, da misurare con serie di termocoppie, non provochino fessure o cavillature tali da compromettere le caratteristiche del calcestruzzo indurito. Tali variazioni termiche potranno essere verificate direttamente nella struttura mediante serie di termocoppie predisposte all'interno del cassero nella posizione indicata dal Progettista.

L'appaltatore dovrà evitare congelamenti superficiali o totali di strutture in c.a. sottili oppure innalzamenti di temperatura troppo elevati con conseguente abbattimento delle proprietà del calcestruzzo indurito nel caso di strutture massive.

Durante il periodo di stagionatura protetta si dovrà evitare che i getti di calcestruzzo subiscano urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere.

#### Fessurazione superficiale

Per le strutture in c.a. in cui non sono ammesse fessurazioni dovranno essere predisposti i necessari accorgimenti previsti dal progetto esecutivo o impartite dalla Direzione dei Lavori. Le fessurazioni superficiali dovute al calore che si genera nel calcestruzzo devono essere controllate mantenendo la differenza di temperatura tra il centro e la superficie del getto intorno ai 20°C.

#### Disarmo delle strutture

Il disarmo deve avvenire per gradi ed adottando gli opportuni provvedimenti necessari ad evitare l'innescò di azioni dinamiche.

Il disarmo non deve avvenire prima che la resistenza del conglomerato abbia raggiunto il valore necessario in relazione all'impiego della struttura all'atto del disarmo, tenendo anche conto delle altre esigenze progettuali e costruttive; la decisione è lasciata al giudizio del Direttore dei Lavori.

Le operazioni di disarmo delle strutture devono essere eseguite da personale specializzato, dopo l'autorizzazione del Direttore dei Lavori. Si dovrà tenere conto e prestare attenzione che sulle strutture da disarmare non vi siano carichi accidentali e temporanei e verificare i tempi di maturazione dei getti in calcestruzzo.

Il disarmo di armature provvisorie di grandi opere quali:

- centine per ponti ad arco;
- coperture ad ampia luce e simili,
- altre opere che non rientrano negli schemi di uso corrente, deve essere eseguito:
  - con cautela,
  - da operai pratici,
  - sotto la stretta sorveglianza del capo cantiere,

- solo dopo l'autorizzazione del Direttore dei Lavori;

È vietato disarmare le armature di sostegno se sulle strutture insistono carichi accidentali e temporanei.

Il disarmo deve essere eseguito ad avvenuto indurimento del calcestruzzo, le operazioni non devono provocare danni e soprattutto agli spigoli delle strutture.

Il caricamento delle strutture in c.a. disarmate deve essere autorizzato dalla Direzione dei Lavori che deve valutarne l'idoneità statica o in relazione alla maturazione del calcestruzzo ed i carichi sopportabili.

La Direzione dei Lavori potrà procedere alla misura delle deformazioni delle strutture dopo il disarmo, considerando l'azione del solo peso proprio

In ogni caso per il disarmo delle strutture in c.a. si farà riferimento alle norme:

D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164 - Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro nelle costruzioni;

UNI EN 206-1 - Calcestruzzo. Specificazione, prestazione, produzione e conformità.

Tempi minimi per del disarmo delle strutture in c.a. dalla data del getto.

|  | <b>Calcestruzzo normale<br/>(giorni)</b> | <b>Calcestruzzo ad alta resistenza<br/>(giorni)</b> |
|--|--|---|
| Sponde dei casseri di travi e pilastri     | 3  | 2   |
| Solette si luce modesta                    | 10                                       | 4   |
| Puntelli e centine di travi, archi e volte | 24                                       | 12  |
| Strutture a sbalzo                         | 28                                       | 14  |

### **Art. 3 Casseforme - Armature - Centinature**

Le casseforme e le relative armature di sostegno dovranno essere sufficientemente rigide per resistere, senza apprezzabili deformazioni, al peso proprio della costruzione, ai carichi accidentali di lavoro ed alla vibrazione o battitura del conglomerato. Le superfici interne dovranno presentarsi lisce, pulite e senza incrostazioni di sorta; il potere assorbente dovrà essere uniforme e non superiore a 1 g/m<sup>2</sup>h (misurato sotto battente d'acqua di 12 mm), salvo diversa prescrizione. Sarà ammesso l'uso di disarmanti; questi però non dovranno macchiare o danneggiare le superfici del conglomerato.

I giunti nelle casseforme saranno eseguiti in modo da evitare sbrodolamenti, non soltanto tra i singoli elementi che costituiscono i pannelli, ma anche attraverso le giunzioni verticali ed orizzontali dei pannelli stessi.

#### **3.1 Casseforme e puntelli**

Nella realizzazione delle strutture in c.a. debbono essere impiegate casseforme metalliche o di materiali fibrocompresi o compensati; in ogni caso le casseforme dovranno avere dimensioni e spessori sufficienti ad essere opportunamente irrigidite o controventate per assicurare l'otti-



ma riuscita delle superfici dei getti e delle opere e la loro perfetta rispondenza ai disegni di progetto.

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

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

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

### Legname per carpenteria

|                                   |  |  |
|-----------------------------------|--|--|
| Tavolame                          | Tavole (o sottomisure)                       | spessore 2,5 cm<br>larghezza 8-16 cm<br>lunghezza 4 m    |
|                                   | Tavoloni (da ponteggio)                      | spessore 5 cm<br>larghezza 30-40 cm<br>lunghezza 4 m     |
| Legname segato                    | Travi (sostacchine)                          | sezione quadrata<br>da 12x12 a 20x20 cm<br>lunghezza 4 m |
| Legname tondo                     | Antenne, candele                             | diametro min 12 cm<br>lunghezza > 10-12 cm               |
|                                   | Pali, ritti                                  | diametro 10-12 cm<br>lunghezza > 6-12 cm                 |
| Residui di lavorazioni precedenti | da tavole (mascelle)<br>da travi (mozzature) | lunghezza >20 cm   |

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

Dove e quando necessario si farà uso di prodotti disarmanti disposti in strati omogenei continui. I disarmanti non dovranno assolutamente macchiare la superficie in vista del conglomerato cementizio. Su tutte le casseforme di una stessa opera dovrà essere usato lo stesso prodotto. Nel caso di utilizzo di casseforme impermeabili, per ridurre il numero delle bolle d'aria sulla superficie del getto si dovrà fare uso di disarmante con agente tensioattivo in quantità controllata e la vibrazione dovrà essere contemporanea al getto.

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

I giunti tra gli elementi di cassaforma saranno realizzati con ogni cura al fine di evitare fuoriuscite di boiaccia e creare irregolarità o sbavature; potrà essere prescritto che tali giunti debbano essere evidenziati in modo da divenire elementi architettonici.

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

I dispositivi che mantengono in posto le casseforme, quando attraversano il conglomerato cementizio, non devono essere dannosi a quest'ultimo, in particolare viene prescritto che, dovunque sia possibile, gli elementi delle casseforme vengano fissati nella esatta posizione prevista usando fili metallici liberi di scorrere entro tubi di PVC o simile, questi ultimi destinati a rimanere incorporati nel getto di conglomerato cementizio; dove ciò non fosse possibile, previa informazione alla Direzione dei Lavori, potranno essere adottati altri sistemi prescrivendo le cautele da adottare.

È vietato l'uso di distanziatori di legno o metallici, sono ammessi quelli in plastica, ma ovunque sia possibile dovranno essere usati quelli in malta di cemento.

La superficie del distanziatore a contatto con la cassaforma deve essere la più piccola possibile, si preferiranno quindi forme cilindriche, semicilindriche e emisferiche.

L'appaltatore avrà l'obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni progettuali esecutivi per ciò che concerne fori, tracce, cavità, incassature, etc. per la posa in opera di apparecchi accessori quali giunti, appoggi, smorzatori sismici, pluviali, passi d'uomo, passerelle d'ispezione, sedi di tubi e di cavi, opere interruttive, sicurvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti d'impianti, etc.

### **3.2 Disarmo**

I casseri e i puntelli devono rimanere indisturbati fino alla data di disarmo delle strutture. I casseri ed i puntelli devono assicurare le tolleranze strutturali in modo da non compromettere l'idoneità delle strutture interessate.

Si potrà procedere alla rimozione delle casseforme dai getti quando saranno state raggiunti i tempi di stagionatura ritenuti ottimali dal Direttore dei Lavori, se maggiori, i tempi prescritti dal progettista per ottenere le resistenze richieste.

Le eventuali irregolarità o sbavature, qualora ritenute tollerabili, dovranno essere asportate mediante bocciardatura ed i punti difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta cementizia a ritiro compensato immediatamente dopo il disarmo.

Eventuali elementi metallici, quali chiodi o reggette che dovessero sporgere dai getti, dovranno essere tagliati almeno 1,0 cm sotto la superficie finita e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento ad alta adesione.

L'impiego di disarmanti per facilitare il distacco delle casseforme non deve pregiudicare l'aspetto della superficie del calcestruzzo, la permeabilità, influenzarne la presa, formazione di bolle e macchie.

La Direzione dei Lavori potrà autorizzare l'uso di disarmanti sulla base di prove sperimentali per valutarne gli effetti finali; in generale le quantità di disarmante non devono superare i dosaggi indicati dal produttore lo stesso vale per l'applicazione del prodotto.

Norme di riferimento:

UNI 8866-1 - Prodotti disarmanti per calcestruzzi. Definizione e classificazione;

UNI 8866-2 - Prodotti disarmanti per calcestruzzi. Prova dell'effetto disarmante, alle temperature di 20 e 80 °C, su superficie di acciaio o di legno trattato.

Nessun ripristino o stuccatura potrà essere eseguito dall'appaltatore dopo il disarmo del calcestruzzo senza il preventivo controllo del Direttore dei Lavori, che dovrà autorizzare i materiali e la metodologia, proposti dal Progettista, da utilizzare per l'intervento.

A seguito di tali interventi, la Direzione dei Lavori potrà richiedere, per motivi estetici, la ripulitura o la verniciatura con idonei prodotti delle superfici del getto.

### **3.3 Prescrizioni per il calcestruzzo a faccia vista**

Affinché il colore superficiale del calcestruzzo, determinato dalla sottile pellicola di malta che si forma nel getto a contatto con la cassaforma, risulti il più possibile uniforme, il cemento utilizzato in ciascuna opera dovrà provenire dallo stesso cementificio ed essere sempre dello stesso tipo e classe, la sabbia dovrà provenire dalla stessa cava ed avere granulometria e composizione costante.

Le opere o i costituenti delle opere a "faccia a vista" che dovranno avere lo stesso aspetto esteriore dovranno ricevere lo stesso trattamento di stagionatura; in particolare si dovrà curare che l'essiccamento della massa del calcestruzzo sia lento e uniforme.

Si dovranno evitare condizioni per le quali si possano formare efflorescenze sul calcestruzzo; qualora queste apparissero, sarà onere dell'appaltatore eliminarle tempestivamente mediante spazzolatura, senza impiego di acidi.

Le superfici finite e curate come indicato ai punti precedenti dovranno essere adeguatamente protette se le condizioni ambientali e di lavoro saranno tali da poter essere causa di danno in qualsiasi modo alle superfici stesse.

Si dovrà evitare che vengano prodotte sulla superficie finita scalfitture, macchie o altro che ne pregiudichino la durabilità o l'estetica.

Si dovranno evitare inoltre macchie di ruggine dovute alla presenza temporanea dei ferri di ripresa; in tali casi occorrerà prendere i dovuti provvedimenti evitando che l'acqua piovana scorra sui ferri e successivamente sulle superfici finite del getto.

Qualsiasi danno o difetto della superficie finita del calcestruzzo dovrà essere eliminato a cura dell'appaltatore, con i provvedimenti preventivamente autorizzati dal Direttore dei Lavori.

Tutti gli elementi, metallici e non, utilizzati per la legatura ed il sostegno dei casseri dovranno essere rimossi dopo la scasseratura.

### **Art. 4 Sabbia, ghiaia, ghiaietto e ghiaietto**

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.

La sabbia per le malte e per i calcestruzzi sarà delle migliori cave, di natura silicea, ruvida al tatto, stridente allo sfregamento, scevra da terra od altre materie eterogenee. Prima dell'impiego dovrà essere lavata e, a richiesta della Direzione dei Lavori, vagliato o setacciata, a seconda dei casi, essendo tutti gli oneri relativi già remunerati dai prezzi d'elenco.

La sabbia dovrà avere grana adeguata agli impieghi cui deve essere destinata: precisamente, salvo le migliori prescrizioni di legge in materia di opere in conglomerato cementizio semplice ed armato, essa dovrà passare attraverso ad un setaccio con maglia del lato di millimetri:

- sette, per calcestruzzi;
- due e mezzo, per malte da muratura in laterizio o pietre da taglio;
- uno, per malte da intonaci.
- inferiore a 0,5 mm. per filler d'iniezioni

La ghiaia, il ghiaietto e il ghiaietto saranno silicei, di dimensioni uniformi, esenti da sabbia, terra ed altre materie eterogenee.

Prima dell'impiego questi materiali dovranno essere accuratamente lavati e, occorrendo, vagliati.

Quanto alle dimensioni si stabiliscono:

- a) che la ghiaia passi attraverso griglie con maglie da 5 cm e sia trattenuta da griglie con maglie da 2,5 cm;
- b) che per il ghiaietto le griglie abbiano maglie rispettivamente di 2,5 cm e 1 cm;
- c) che per il ghiaietto le griglie abbiano maglie rispettivamente di 1 cm e di 4 mm.

#### Marcatura CE

Gli aggregati che devono riportare obbligatoriamente la marcatura CE sono riportati nel seguente prospetto:

|   | Norme di riferimento |
|---|----------------------|
| Aggregati per calcestruzzo  | EN 12620             |
| Aggregati per conglomerati bituminosi e finiture superficiali per strade, aeroporti e altre aree trafficate                 | EN 13043             |
| Aggregati leggeri - Parte 1: Aggregati leggeri per calcestruzzo, malta e malta da iniezione/boiaccia                        | EN 13055-1           |
| Aggregati grossi per opere idrauliche (armourstone) - Parte 1   | EN 13383-1           |
| Aggregati per malte   | EN 13139             |
| Aggregati per miscele non legate e miscele legate utilizzati nelle opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade | EN 13242             |
| Aggregati per massicciate ferroviarie   | EN 13450             |

La produzione dei prodotti sopraelencati deve avvenire con un livello di conformità 2+, certificato da un organismo notificato.

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.

La Direzione dei Lavori potrà accertare in via preliminare le caratteristiche delle cave di provenienza del materiale per rendersi conto dell'uniformità della roccia, dei sistemi di coltivazione e di frantumazione, prelevando dei campioni da sottoporre alle prove necessarie per caratterizzare la roccia nei riguardi dell'impiego.

Il prelevamento di campioni potrà essere omesso quando le caratteristiche del materiale risultano da certificato emesso in seguito ad esami fatti, eseguire da amministrazioni pubbliche, a seguito di sopralluoghi nelle cave ed i risultati di tali indagini siano ritenuti idonei dalla Direzione dei Lavori.

Il prelevamento dei campioni di sabbia normalmente deve avvenire dai cumuli sul luogo di impiego, diversamente può avvenire dai mezzi di trasporto ed eccezionalmente dai silos. La fase di prelevamento non deve alterare le caratteristiche del materiale ed in particolare la variazione della sua composizione granulometrica e perdita di materiale fine. I metodi prova possono riguardare l'analisi granulometrica e il peso specifico reale.

#### **Art. 5 Ghiaie - Ghiaietti per pavimentazioni.**

Dovranno corrispondere, come pezzatura e caratteristiche, ai requisiti stabiliti nella Tabella U.N.I. 2710 - Ed.giugno 1945>> ed eventuali e successive modifiche.

Dovranno essere costituiti da elementi sani e tenaci, privi di elementi alterati, essere puliti e particolarmente esenti da materie eterogenee non presentare perdite di peso, per decantazione in acqua, superiori al 2%.

#### **Art. 6 Pietra naturale.**

Le pietre da impiegare nelle murature e nei drenaggi, gabbionate, ecc., dovranno essere sostanzialmente compatte ed uniformi, sane e di buona resistenza alla compressione, prive di parti alterate.

Dovranno avere forme regolari e dimensioni adatte al loro particolare impiego.

Le pietre grezze per murature frontali non dovranno presentare screpolature e peli, dovranno essere sgrossate col martello ed anche con la punta, in modo da togliere le scabrosità più sentite nelle facce viste e nei piani di contatto in modo da permettere lo stabile assestamento su letti orizzontali e in perfetto allineamento.

#### **Art. 7 Pietre da taglio.**

Proverranno dalle cave che saranno accettate dalla Direzione dei Lavori. Esse dovranno essere sostanzialmente uniformi e compatte, sane e tenaci, senza parti alterate, vene, peli od altri difetti, senza immasticature o tasselli. Esse dovranno corrispondere ai requisiti d'accettazione stabiliti nel Regio Decreto n.2232 del 16 novembre 1939, <<Norme per l'accettazione delle

pietre naturali da costruzione>>>. Le forme, le dimensioni, il tipo di lavorazione dei pezzi, verranno di volta in volta indicati dalle Direzione dei Lavori.

### **Art. 8 Elementi lapidei per rivestimenti**

Gli elementi lapidei per l'esecuzione di rivestimenti di murature saranno i pietra tipica del posto quale diorite o sienite.

Gli elementi lapidei saranno di buona qualità e non presenteranno discontinuità, irregolarità o superfici di distacco. Le pietre non saranno caratterizzate da gelività.

Dovranno avere forma regolare, possibilmente parallelepipedica secondo le indicazioni del Committente. La faccia a vista si presenterà pulita e spazzolata.

### **Art. 9 Massi per opere di difesa**

I massi di pietrame per la formazione delle difese dovranno essere di pietra naturale non geliva di natura granitica, sienitica, dioritica, ecc.; dovranno però rispondere ai requisiti essenziali di essere costituiti da pietra dura e compatta, priva di cappellaccio, di non presentare piani di sfaldamento od incrinature, di non alterarsi al contatto dell'acqua o per effetto del gelo e di avere peso specifico non inferiore a kg 2500 a metro cubo.

Le prove di resistenza del materiale alla compressione, all'abrasione, alla gelività, che la Direzione Lavori riterrà di disporre, saranno effettuate complessivamente a carico dell'Imprenditore, seguendo le norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione approvate con R.D. 16.11.1939, N. 2232.

I massi estratti dalle cave non potranno essere indistintamente disposti tutti sui veicoli di trasporto ma si dovranno scegliere unicamente quelli che necessitano per la costruzione delle opere, in relazione alle norme del presente Disciplinare, scartando quelli che presentano lesioni o che, comunque, non sono idonei.

La Direzione dei Lavori, secondo le esigenze delle opere in corso, avrà facoltà di dare la precedenza al carico di massi di determinate dimensioni, come pure potrà ordinare l'estrazione ed il trasporto in opera di massi di una certa dimensione anche se in cava fossero già pronti massi di altre dimensioni che, in conseguenza dovrebbero rimanere in sosta.

L'Imprenditore pertanto è obbligato a corrispondere prontamente e senza pretendere indennizzo alcuno, ad ogni richiesta di più costose manovre, o di modalità esecutive più onerose.

La Direzione dei Lavori avrà sempre la facoltà, a suo esclusivo e insindacabile giudizio, di ordinare, per l'esatta configurazione delle berme e delle scarpate mediante intasatura, la preparazione e il trasporto di massi di categorie inferiori a quelle stabilite. Tale ordine sarà dato per iscritto.

L'Imprenditore dovrà senz'altro allontanare dal cantiere e dalla zona lavoro quei massi che la Direzione Lavori, a suo giudizio insindacabile, non avrà ritenuto idonei ad un utile impiego.

## **Art. 10 Difese in massi di pietrame**

### **10.1 Difese in massi semplicemente posati**

Le proporzioni, secondo le quali le categorie dei massi devono concorrere alla formazione della difesa, sono selezionate dall'operatore in modo da ricercare una sagoma che garantisca il minimo dei vuoti; la percentuale di vuoti tollerata sarà del 15% rispetto al volume dei massi. Comunque i massi di pezzatura più piccola saranno utilizzati per l'intasamento degli interstizi tra i massi più grandi.

Il pietrame (scapoli) ed i massi che saranno impiegati per la formazione della berma e della difesa saranno posati avendo cura che il materiale di dimensioni maggiori venga a prender posto verso l'esterno così che risulti graduale il passaggio dai materiali di peso minore a quelli di peso maggiore.

I massi il cui versamento o collocamento fosse male eseguito, o eseguito contrariamente alle disposizioni della Direzione, o che fossero caduti fuori dalla zona lavori, non verranno contabilizzati, fermo restando l'obbligo all'Imprenditore di rimuoverli a sue spese trasportandoli in luogo ove non possano produrre ingombri o inconvenienti, ovvero a collocarli dove verrà indicato dalla Direzione dei Lavori.

### **10.2 Difese in massi intasati con cls.**

Le proporzioni, secondo le quali le categorie dei massi devono concorrere alla formazione della difesa, sono selezionate dall'operatore in modo da ricercare una sagoma che garantisca il minimo dei vuoti, i massi di pezzatura più piccola saranno utilizzati per l'intasamento dei vuoti tra i massi più grandi.

L'intasamento con calcestruzzo deve essere eseguito successivamente al completamento di ogni corso di pietrame e in quantità media del 30% per ogni mc di difesa spondale; il getto d'intasamento viene realizzato con l'ausilio di pompa anche al fine di meglio accedere ai vuoti da riempire. I getti potranno essere realizzati controterra e il lato verso fiume non dovrà presentare debordamenti e colature né in alveo né sulle facce dei massi.

Dovrà essere usato calcestruzzo dotato di resistenza caratteristica cubica  $R'_{bk} \cdot 250 \text{ kg/cm}^2$ .

Il pietrame (scapoli) ed i massi che saranno impiegati per la formazione della berma e della difesa saranno posati avendo cura che il materiale di dimensioni maggiori venga a prender posto verso l'esterno così che risulti graduale il passaggio dai materiali di peso minore a quelli di peso maggiore.

I massi il cui versamento o collocamento fosse male eseguito, o eseguito contrariamente alle disposizioni della Direzione, o che fossero caduti fuori dalla zona lavori, non verranno contabilizzati, fermo restando l'obbligo all'Imprenditore di rimuoverli a sue spese trasportandoli in luogo ove non possano produrre ingombri o inconvenienti, ovvero a collocarli dove verrà indicato dalla Direzione dei Lavori.

## **Art. 11 Casseforme - Armature - Centinature**

Le casseforme e le relative armature di sostegno dovranno essere sufficientemente rigide per resistere, senza apprezzabili deformazioni, al peso proprio della costruzione, ai carichi accidentali di lavoro ed alla vibrazione o battitura del conglomerato. Le superfici interne dovranno presentarsi lisce, pulite e senza incrostazioni di sorta; il potere assorbente dovrà essere uniforme e non superiore a 1 g/m<sup>2</sup>h (misurato sotto battente d'acqua di 12 mm), salvo diversa prescrizione. Sarà ammesso l'uso di disarmanti; questi però non dovranno macchiare o danneggiare le superfici del conglomerato.

I giunti nelle casseforme saranno eseguiti in modo da evitare sbrodolamenti, non soltanto tra i singoli elementi che costituiscono i pannelli, ma anche attraverso le giunzioni verticali ed orizzontali dei pannelli stessi.

## **Art. 12 Laterizi**

### **12.1 Generalità**

I materiali laterizi, formati da argilla (contenente quantità variabili di sabbia, ossido di ferro e carbonato di calcio) purgata, macerata, impastata, pressata e sottoposta a giusta cottura in apposite fornaci, dovranno rispondere alle "Norme per l'accettazione dei materiali laterizi" emanate con R.D. 16.11.1939, n. 2233 ed alle norme UNI vigenti.

I laterizi di qualsiasi tipo, forma e dimensioni (pieni, forati e per coperture) dovranno nella massa essere scevri di sassolini ed altre impurità; avere forma regolare, facce lisce e spigoli sani; presentare alla frattura (non vetrosa) grana fine, compatta ed uniforme; essere sonori alla percussione; assorbire acqua per immersione ed asciugarsi all'aria con sufficiente rapidità; non sfaldarsi o sfiorire sotto l'influenza degli agenti atmosferici (anche in zone costiere) e di soluzioni saline; non screpolarsi al fuoco ed al gelo; avere resistenza adeguata, colore omogeneo e giusto grado di cottura; non contenere sabbia con sali di soda o potassio, avere forma geometrica precisa ed infine un contenuto di solfati alcalini tali che il tenore di SO<sub>3</sub> sia  $\mu$  0,05%.

Per accertare se i materiali laterizi abbiano i requisiti prescritti, oltre all'esame accurato della superficie e della massa interna ed alle prove di percussione per riconoscere la sonorità del materiale, debbono essere sottoposti a prove fisiche e chimiche, secondo le modalità prescritte dal R.D. 16 novembre 1939, n. 2233.

I laterizi da usarsi in opere a contatto con acque contenenti soluzioni saline devono essere analizzati, per accertare il comportamento di essi in presenza di liquidi di cui si teme l'aggressività.

### **12.2 Manufatti**

I mattoni pieni e semipieni, mattoni e blocchi forati per murature dovranno corrispondere, per quanto riguarda categorie, requisiti e prove alla norma UNI 5632-65.

Dovranno inoltre avere facce piane e spigoli regolari, essere esenti da screpolature, fessure e



cavità, ed avere superfici atte all'adesione delle malte.

I mattoni da paramento dovranno presentare in modo particolare regolarità di forma, integrità superficiale e sufficiente uniformità di colore per l'intera partita; la categoria non dovrà essere inferiore alla 3<sup>^</sup>.

Per i blocchi forati per solai si farà riferimento alla UNI 5631-65 (Tipi e dimensioni) che prevede 3 tipi (A - volterrane, B - a soletta mista, C - a soletta in cotto) e 12 formati unificati (interasse:  $i = 33-40-50$  cm; altezza:  $h = 12-16-20-24$  cm).

Per i requisiti e le prove si farà riferimento alla UNI 5633-65. I blocchi di tipo B e C dovranno essere conformati in modo che nei solai in opera sia assicurata con continuità la trasmissione degli sforzi di compressione dall'uno all'altro elemento. La resistenza a compressione, riferita alla sezione netta delle pareti e dei setti, dovrà risultare:

- non inferiore a 200 kgf/cm<sup>2</sup> per i blocchi tipo A UNI 5631-65
- non inferiore a 350 kgf/cm<sup>2</sup> per i blocchi tipo B e C UNI 5631-65.

Dovranno comunque rispettare le norme di cui al punto 7, Parte 1<sup>^</sup>, del D.M. 14.02.1992, con le specifiche di cui all'Allegato 7.

Per quanto riguarda le tavelle e i tavelloni si farà riferimento alle UNI 2105 ed UNI 2106 (Tipi e dimensioni) ed alla UNI 2107 (Requisiti e prove).

Per le tegole piane e le tegole curve si farà riferimento alle UNI 2619, UNI 2620 (Dimensioni) ed alle UNI 2621 (Requisiti e prove).

Per le piastrelle si farà riferimento alla UNI 2622 che prevede due formati unificati (20x20 e 25x12,5) con spessori di 1,2 o 1 cm a seconda che siano trafilate o pressate.

Le piastrelle trafilate dovranno potersi separare facilmente, senza rompersi, battendole sulle teste col filo di martellina. I requisiti di resistenza all'urto, alla flessione, all'usura, alle basse temperature ed i rispettivi metodi di prova, saranno conformi alle vigenti norme di legge per l'accettazione dei materiali di pavimentazione.

I mattoni eventualmente impiegati saranno ben cotti, di forma regolare a spigoli profilati, sonori alla percussione, di grana fine ed omogenea; dovranno resistere senza incrinarsi alla pressione di 200 Kg/cm<sup>q</sup>.

I mattoni sformati, contorti, vetrificati, contenenti ghiaietti e calcinelli, che avessero sofferto la pioggia anzi cottura, che si sfaldassero o si rompessero durante il maneggio, o che fossero comunque difettosi, verranno rifiutati.

### **Art. 13 Elementi per solai misti in c.a.**

Possono utilizzarsi per realizzare i solai misti di conglomerato cementizio armato e conglomerato cementizio armato precompresso anche blocchi diversi dal laterizio con sola funzione di alleggerimento.

I blocchi in conglomerato cementizio leggero di argilla espansa, conglomerato cementizio normale sagomato, materie plastiche, elementi organici mineralizzati ecc, devono essere dimensionalmente stabili e non fragili e capaci di seguire le deformazioni del solaio. Queste ca-

ratteristiche devono essere dimostrate attraverso una certificazione, eseguita a cura di uno dei laboratori di cui all'art. 20 della legge n. 1086/71, prima della messa in opera.

Rimangono valide tutte le prescrizioni geometriche del solaio di cui al punto 5.1.9.1. delle norme tecniche di cui al D.M. 14 settembre 2005.

### **13.1 Solai realizzati con l'associazione di elementi in c.a. e c.a.p. prefabbricati con unioni e/o getti di completamento**

I componenti di questi tipi di solai devono rispettare le norme di cui ai punti 5.1.1, 5.1.2 e 5.1.7. delle norme tecniche di cui al D.M. 14 settembre 2005.

I componenti devono essere provvisti di opportuni dispositivi e magisteri che assicurino la congruenza delle deformazioni tra i componenti stessi accostati sia per i carichi ripartiti che per quelli concentrati. L'efficacia di tali dispositivi deve essere certificata mediante prove sperimentali.

## **Art. 14 Elementi strutturali compositi**

Si intendono come elementi strutturali composti quelli costituiti da materiali strutturali diversi ipotizzati rigidamente collegati attraverso la superficie di contatto per la trasmissione delle forze di taglio, in modo da costituire un elemento strutturale staticamente autonomo.

Fanno parte di questa categoria:

- gli elementi strutturali acciaio-calcestruzzo costituiti da acciai per carpenteria metallica e calcestruzzo normale o precompresso;
- gli elementi calcestruzzo-calcestruzzo costituiti da elementi in calcestruzzo armato normale o precompresso di diverse caratteristiche reologiche o diversi tempi di maturazione;
- gli elementi legno-calcestruzzo;
- altri componenti misti.

Nel calcolo della resistenza e deformabilità, oltre agli stati tensionali provocati dalle azioni esterne, andranno tenuti in conto gli stati coattivi provocati dalle diverse caratteristiche reologiche (deformazioni viscosi), proprietà termodinamiche, leggi di maturazione e ritiro.

### **14.1 Elementi strutturali in acciaio-calcestruzzo**

Formano oggetto delle presenti norme gli elementi strutturali costituiti da acciai per carpenteria metallica e calcestruzzo normale o precompresso.

La trasmissione degli sforzi tra calcestruzzo ed acciaio, per assicurare le ipotesi di aderenza, deve essere affidata a connettori metallici, che devono assorbire la risultante degli sforzi teorici sulla superficie di contatto.

I connettori devono poter assorbire sia gli sforzi di taglio che quelli di trazione ortogonali alle superfici di contatto dei materiali componenti, dovuti sia a sforzi applicati che a deformazioni imposte.

I componenti strutturali usuali sono:

- elementi inflessi costituiti da travi metalliche che portano all'estradosso una soletta in calce-

struzzo;

- solettoni in cemento armato precompresso a trave incorporata;
- elementi prevalentemente compressi: colonne composte in cui i componenti, carpenteria metallica e calcestruzzo, lavorano prevalentemente in parallelo.

Gli elementi composti possono essere utilizzati con altri elementi in acciaio, in calcestruzzo o composti, per realizzare un insieme strutturale. In questo caso assumono grande rilevanza le connessioni o i nodi dei vari elementi strutturali.

#### Travi composte

Nel caso di travi composte, devono essere previsti sull'intera loro lunghezza connettori a taglio e armatura trasversale in grado di trasmettere allo stato limite ultimo la forza di scorrimento all'interfaccia fra soletta di calcestruzzo e acciaio, trascurando il contributo dell'aderenza spontanea fra le parti. I connettori andranno distribuiti secondo il diagramma degli sforzi di scorrimento.

I connettori devono essere in grado di impedire il distacco fra le parti in acciaio e quelle in calcestruzzo.

Le distanze fra i connettori devono essere tali da consentire la trasmissione della forza di scorrimento e da prevenire la separazione fra acciaio e calcestruzzo.

I connettori di qualsiasi tipo, saldati o bullonati, devono essere verificati per l'azione di taglio sulla superficie di attacco alla trave metallica, ed all'azione di pressione lungo il gambo.

La soletta deve essere verificata per la pressione lungo il gambo del connettore.

Lo spessore della soletta di calcestruzzo deve risultare sempre maggiore di almeno 30 mm dell'altezza del connettore.

La capacità di trasmettere gli sforzi di trazione nei connettori, può essere utilmente ricavata da prove sperimentali.

Nelle travi composte da profilati in acciaio e soletta in cemento armato lo spessore di quest'ultima non deve essere inferiore al doppio dello spessore del copriferro e comunque maggiore od uguale a 50 mm.

La soletta sovrastante deve avere una armatura di ripartizione.

#### Solette composte con lamiera grecata

Il profilato metallico è sostituito da una lamiera grecata preformata a freddo, che contiene il getto di calcestruzzo.

Lo spessore minimo della soletta di calcestruzzo non può essere inferiore a 40 mm e deve contenere una armatura di ripartizione.

La lamiera grecata, integrata ove necessario da barre di armatura, rappresenta la parte resistente agli sforzi di trazione.

Al fine di garantire la trasmissione delle forze di scorrimento all'interfaccia fra lamiera e calcestruzzo non può farsi affidamento sulla pura aderenza fra i materiali ma devono adottarsi sistemi generalmente del tipo:

- a ingranamento meccanico fornito dalla deformazione del profilo metallico o ingranamento ad attrito nel caso di profili sagomati con forme rientranti;
- ancoraggi di estremità costituiti da pioli saldati o altri tipi di connettori, purché combinati a sistemi ad ingranamento;
- ancoraggi di estremità ottenuti con deformazione della lamiera, purché combinati con sistemi a ingranamento per attrito.

Quando a tali solai venga affidata la funzione di diaframma per resistere alle azioni orizzontali devono attentamente considerarsi l'effetto delle aperture e le azioni aggiuntive indotte sui connettori a taglio.

### Colonne composte

Le colonne composte possono dividersi in due categorie:

- il calcestruzzo avvolge il componente metallico e contiene armature longitudinali e staffe trasversali che cerchiano il calcestruzzo contro l'elemento metallico;
- un profilato cavo tubolare contiene il calcestruzzo. Nell'interno del calcestruzzo possono essere aggiunte delle armature longitudinali di ripresa.

Nel primo caso, lo spessore di conglomerato deve essere il doppio del copriferro delle armature, con spessore minimo pari a 50 mm; particolare attenzione va posta nel rispetto di queste regole nei nodi strutturali.

La trasmissione degli sforzi di scorrimento, deve avvenire attraverso connettori ortogonali alla superficie, ovvero mediante rugosità delle superfici di contatto, di cui venga valutata, per via sperimentale, la capacità di trasmettere forze di scorrimento.

## **Art. 15 Materiali ferrosi e materiali vari**

Dei lavori in ferro sarà data particolare attenzione alle saldature e bolliture; i lavori verranno eseguiti secondo i disegni della Direzione Lavori. I fori saranno eseguiti con trapano; le chiodature, ribaditure, ecc. dovranno essere perfette. Ogni pezzo ed opera in ferro dovrà essere fornita a piè d'opera colorata da minio. Alla Direzione Lavori dovranno essere presentati preventivamente i modelli e disegni. L'Appaltatore avrà altresì l'obbligo di controllare gli ordinativi e di rilevare sul posto l'esattezza delle misure delle diverse opere in ferro.

Gli acciai per conglomerati armati, sia normali che precompressi, dovranno rispondere, con riguardo alle sezioni di calcolo, alle tensioni ammissibili ed alle modalità di fornitura, di lavorazione e di posa in opera, di cui alle "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in conglomerato cementizio armato e precompresso" emanate con D.M. 16.06.1976 e successive modifiche ed integrazioni.

### **15.1 Composizione degli elementi strutturali**

#### Spessori limite

È vietato l'uso di profilati con spessore  $t < 4$  mm.

Le limitazioni di cui sopra non riguardano ovviamente elementi e profili sagomati a freddo.

Impiego di ferri piatti

L'impiego di piatti o larghi piatti, in luogo di lamiera, per anme 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.

Variazioni di sezione

Le eventuali variazioni di sezione di una stessa membratura devono essere il più possibile graduali, 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 (per esempio saldatura e bullonatura o chiodatura), a meno che uno solo di essi sia in grado di sopportare l'intero sforzo.

## **15.2 Unioni a taglio con bulloni normali**

Bulloni

La lunghezza del tratto non filettato del gambo del bullone deve essere in generale maggiore di quella della parti da serrare e si deve sempre far uso di rosette. Qualora resti compreso nel foro un tratto filettato se ne deve 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.

Tolleranze foro - bullone. Interassi dei bulloni e distanze dai margini

I fori devono avere un diametro uguale a quello del bullone maggiorato non più di 1 mm per diametri del bullone inferiori a 20 mm. e di 1,5 mm per diametri dei bulloni superiori a 20 mm.

## **15.3 Unioni ad attrito con bulloni ad alta resistenza**

Pulizia delle superfici

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, purchè vengano completamente eliminati tutti i prodotti della corrosione e tutte le impurità della superficie metallica. Le giunzioni calcolate con  $\mu = 0,45$  debbono comunque essere sabbiate al metallo bianco.

#### Bulloni

I bulloni, i dadi e le rosette devono portare, in rilievo impresso, il marchio di fabbrica e la classificazione secondo la UNI EN 20898.

#### Interasse dei bulloni e distanze dai margini

Valgono le limitazioni di cui al precedente paragrafo.

#### Serraggio dei bulloni

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  $\pm 5\%$ .

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  $10^\circ$  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  $60^\circ$  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.

La taratura delle chiavi dinamometriche deve essere certificata prima dell'inizio lavori da un laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 e con frequenza trimestrale durante i lavori.

#### 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.

### **15.4 Unioni saldate**

La saldatura degli acciai dovrà avvenire con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati secondo ISO 4063. È ammesso l'uso di procedimenti diversi purché sostenuti da adeguata documentazione teorica e sperimentale.

I saldatori nei procedimenti semiautomatici e manuali dovranno essere qualificati secondo EN 287-1 da parte di un Ente terzo. A deroga di quanto richiesto i saldatori che eseguono giunti a T con cordoni d'angolo potranno essere qualificati mediante l'esecuzione di giunti testa-testa.

Gli operatori dei procedimenti automatici o robotizzati dovranno essere certificati secondo EN 1418. Tutti i procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati secondo EN2883.

Sono richieste caratteristiche di duttilità, snervamento, resistenza e tenacità in zona fusa e in zona termicamente alterata non inferiori a quelle del materiale base.

Nell'esecuzione delle saldature dovranno inoltre essere seguite le prescrizioni della EN 1011 punti 1 e 2 per gli acciai ferritici e della parte 3 per gli acciai inossidabili. Per la preparazione dei lembi si applicherà, salvo casi particolari, la EN 29692.

Le saldature saranno sottoposte a controlli non distruttivi finali per accertare la corrispondenza ai livelli di qualità stabiliti dal progettista.

L'entità ed il tipo di tali controlli, distruttivi e non distruttivi, in aggiunta a quello visivo al 100%, saranno definiti dal progettista ed eseguiti sotto la responsabilità del Direttore dei Lavori, che potrà integrarli ed estenderli in funzione dell'andamento dei lavori, ed accettati ed eventualmente integrati dal collaudatore.

Ai fini dei controlli non distruttivi si possono usare metodi di superficie (ad es. liquidi penetranti o polveri magnetiche), ovvero metodi volumetrici (es. raggi X o gamma o ultrasuoni).

Per le modalità di esecuzione dei controlli ed i livelli di accettabilità si potrà fare riferimento alle prescrizioni della EN 12062.

Tutti gli operatori che eseguiranno i controlli dovranno essere qualificati secondo EN 473 almeno di secondo livello. È ammesso l'uso di procedimenti diversi purché garantiti da adeguata documentazione tecnica. Le saldature dovranno in ogni caso essere sottoposte a controlli non distruttivi finali al fine di accertare la rispondenza ai livelli di qualità richiesti dal progetto.

L'entità ed il tipo di controlli sono definiti nel capitolo 11 delle norme tecniche di cui al D.M. 14 settembre 2005.

## **15.5 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 devono 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.

## **15.6 Piastre od 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.

Appoggi metallici (fissi e scorrevoli)

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 di gomma

Per gli appoggi di gomma si applicheranno 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.

## **15.7 Travi a parete piena e reticolari**

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 coprighiunto. La coincidenza trasversale di più interruzioni non è ammessa neanche per coprighiunto adeguato alla sezione interrotta, eccettuato il caso di giunti di montaggio. I coprighiunti 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, purchè 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 12 volte lo spessore dell'anima, da entrambe le parti adiacenti alle nervature stesse.

Per la lunghezza d'inflexione dovrà assumersi un valore commisurato alle effettive condizioni di vincolo dell'irrigidimento ed in ogni caso non inferiore ai  $\frac{3}{4}$  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 anzichè 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.

Gli elementi destinati ad essere incorporati in getti di conglomerato cementizio non dovranno essere pitturati, potranno essere invece zincati a caldo.

#### Norme di riferimento

I rivestimenti a protezione dei materiali metallici contro la corrosione devono rispettare le prescrizioni delle seguenti norme:

UNI EN 12329 - Protezione dei materiali metallici contro la corrosione. Rivestimenti elettrolitici di zinco con trattamento supplementare su materiali ferrosi o acciaio;

UNI EN 12330 - Protezione dei materiali metallici contro la corrosione. Rivestimenti elettrolitici di cadmio su ferro o acciaio;

UNI EN 12487 - Protezione dei materiali metallici contro la corrosione. Rivestimenti di conversione cromati per immersione e senza immersione su alluminio e leghe di alluminio;

UNI EN 12540 - Protezione dei materiali metallici contro la corrosione. Rivestimenti elettrodepositati di nichel, nichel più cromo, rame più nichel e rame più nichel più cromo;

UNI EN 1403 - Protezione dalla corrosione dei metalli. Rivestimenti elettrolitici. Metodo per la definizione dei requisiti generali;

UNI EN ISO 12944-1 - Pitture e vernici - Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Introduzione generale;

UNI EN ISO 12944-2 - Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Classificazione degli ambienti;

UNI EN ISO 12944-3 - Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Considerazioni sulla progettazione;

UNI EN ISO 12944-4 - Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Tipi di superficie e loro preparazione;

UNI EN ISO 12944-6 - Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Prove di laboratorio per le prestazioni;

UNI EN ISO 12944-7 - Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Esecuzione e sorveglianza dei lavori di verniciatura.

L'acciaio per le reti elettrosaldate dovrà possedere le caratteristiche riportate nel "Prospetto 4" di cui al punto 2.2.5 Parte I delle Norme Tecniche di cui al D.M. 1 aprile 1983; le reti dovranno avere fili elementari di diametro compreso fra 4 e 12 mm con distanza assiale tra gli stessi non superiori a cm 35.

Gli acciai per strutture metalliche dovranno rispettare le prescrizioni contenute nella Parte II delle Norme Tecniche di cui al D.M. 1 aprile 1983. Le superfici dei laminati dovranno essere esenti da cretti, scaglie, paglie, ripiegature, cricche od altri difetti che ne possano pregiudicare ragionevolmente le possibilità di impiego.

Le lamiere di acciaio di spessore maggiore od uguale a 3 mm dovranno essere conformi, per qualità e caratteristiche, alle norme e prescrizioni delle UNI 7070-72; quelle con spessore minore di 3 mm dovranno essere invece conformi alle prescrizioni della norma di unificazione UNI 6659.

Le lamiere zincate, fornite in fogli, rotoli od in profilati vari per lavorazione dopo zincatura, dovranno avere come base acciaio non legato, piatto, laminato a freddo; qualità e tolleranze saranno conformi alla UNI 5753-75, con la prescrizione che la base sarà costituita da lamiera Fe KP.G.Z. UNI 5753-75; per gli impieghi strutturali la lamiera dovrà essere invece almeno di categoria Fe 34 GZ UNI 5753-75.

## **Art. 16 Legnami**

Si considerano i seguenti prodotti a base di legno:

- legno strutturale massiccio con giunti a dita legno;
- legno lamellare incollato;
- legno lamellare incollato con giunti a dita a tutta sezione;
- pannelli a base di legno per uso strutturale;
- altri prodotti a base di legno per impieghi strutturali.

Per la nomenclatura delle specie legnose, sia di produzione nazionale che d'importazione, si farà riferimento alle norme UNI 2853-73, 2854 e 3917; per la nomenclatura dimensionale degli assortimenti alla UNI 3517; per la nomenclatura dei difetti alla UNI 3016; per la misurazione e cubatura degli assortimenti alla UNI 3518.

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. 30.10.1912; saranno provvisti fra le più scelte qualità della categoria prescritta e non presenteranno difetti incompatibili con l'uso cui sono destinati.

Il tavolame dovrà essere ricavato dalle travi più dirette affinché le fibre non riescano tagliate dalla segatura e non si ritirino nelle connessioni. I legnami rotondi dovranno essere scortecciati per tutta la loro lunghezza e conguagliati alla superficie recidendo i nodi a seconda di essa; la differenza fra i diametri delle estremità non dovrà oltrepassare i 15/1000 della loro lun-

ghezza, né il quarto del maggiore dei due diametri. Nei legnami grossamente squadri od a spigolo smussato l'alburno dovrà essere in misura non maggiore di un sesto del lato della sezione trasversale.

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

I legnami per carpenteria definitiva dovranno presentare carico di rottura a compressione normalmente alle fibre non inferiore a 300 Kgf/cm<sup>2</sup> carico di rottura a trazione parallelamente alle fibre non inferiore a 700 Kgf/cm<sup>2</sup>.

### Art. 17 Acciai per conglomerati armati

Gli acciai per conglomerati armati, sia normali che precompressi, dovranno rispondere, con riguardo alle sezioni di calcolo, alle tensioni ammissibili ed alle modalità di fornitura, di lavorazione e di posa in opera, di cui alle "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in conglomerato cementizio armato e precompresso" emanate con D.M. 16.06.1976 e successive modifiche ed integrazioni.

#### 17.1 Acciai per conglomerati normali

- Tensioni ammissibili

Per le barre tonde o ad aderenza migliorata le tensioni ammissibili dovranno risultare conformi, nei vari tipi di acciaio, ai valori riportati nella seguente tabella:

*Barre di acciaio lisce e ad aderenza migliorata - Tensioni ammissibili*

| TIPO DI ACCIAIO                                 | Barre tonde lisce |         | Barre ad aderenza migliorata |         |
|---|-------------------|---------|------------------------------|---------|
|   | FeB 22K           | FeB 32K | FeB 38K                      | FeB 44K |
| Tensione ammissibile Kgf/cm <sup>2</sup>        | 1200              | 1600    |                              |         |
| Idem acciai non controllati Kgf/cm <sup>2</sup> |                   |         | 1900                         | 2200    |
| Idem acciai controllati Kgf/cm <sup>2</sup>     |                   |         | 2200                         | 2600    |

Per i fili lisci o nervati di acciaio trafilato di diametro 4÷6 mm la tensione ammissibile non dovrà essere superiore al 50% di Rak (0,2) od al 45% di Rak e comunque non dovrà superare 2200 Kgf/cm<sup>2</sup>.

Per le reti di acciaio elettrosaldate le tensioni ammissibili saranno valutate come al precedente capoverso nelle reti controllate in stabilimento le percentuali di cui sopra potranno essere incrementate del 10% con un massimo di 2600 Kgf/cm<sup>2</sup>.

In ogni caso si dovranno impiegare conglomerati di classe non inferiore a R'bk 200 per tensioni di esercizio comprese tra 1900 e 2200 Kgf/cm<sup>2</sup> e di classe non inferiore a R'bk 250 per tensioni oltre 2200 Kgf/cm<sup>2</sup>.

- Diametri delle barre

Le barre tonde lisce avranno diametri compresi tra 5 e 30 mm. Le barre ad aderenza migliorata avranno, a differenza, il massimo diametro limitato a 26 mm per l'acciaio FeB 44K.

### **17.2 Acciai per conglomerati precompressi**

All'atto della posa in opera gli acciai dovranno presentarsi privi di ossidazione, corrosione, difetti superficiali visibili e pieghe. Sarà tollerata solo una ossidazione che scompaia totalmente mediante sfregamento con panno asciutto.

Non sarà invece ammessa, in cantiere, alcuna operazione di raddrizzamento.

### **Art. 18 Tubazioni**

Tutte le tubazioni, valvole e connessioni, devono essere fabbricate con acciaio inossidabile e devono essere progettate e calcolate secondo la Norme UNI 1284 e 1285, ISO od equivalenti, purché approvate; tutte le flange devono essere del tipo con risalto, secondo la Norme UNI 2281-2286 e 6085-6086.

Le connessioni filettate possono essere usate per tubi fino a 50 mm di diametro e con pressioni di lavoro non superiori a 0.7 N/mm<sup>2</sup>. Tubi di 25 mm di diametro e inferiori, con pressioni di lavoro superiori a 0.7 N/mm<sup>2</sup>, dovranno avere giunzioni di tipo approvato.

Per pressione di lavoro di un sistema si intende la massima pressione raggiungibile, compreso il colpo d'ariete e/o la pressione di taratura di valvole di sicurezza.

Lo spessore dei tubi deve essere calcolato secondo le Norme UNI in relazione alla pressione di lavoro del sistema.

Tutti i tubi con diametro di 100 mm o maggiore dovranno essere fabbricati completamente in officina con tutte le connessioni installate. Opportuni pezzi di aggiustaggio dovranno essere previsti per il montaggio in cantiere.

Tubazioni con connessioni flangiate dovranno essere fornite complete di guarnizioni, bulloni, dadi e tiranti in acciaio inossidabile. Tutti i tubi fino a 50 mm di diametro dovranno essere montati con connessioni di tipo approvato. I tubi di 65 mm di diametro o maggiore saranno assemblati per mezzo di flange. In ogni caso saranno previste giunzioni flangiate per i collegamenti con le apparecchiature e ove necessario per facilitare il montaggio. I tubi con giunzione di tipo approvato saranno preparati in cantiere man mano che il montaggio avanza.

I tubi flangiati saranno prefabbricati completamente in officina, prevedendo pezzi di aggiustaggio per il montaggio in cantiere.

Tutte le tubazioni dovranno essere fornite complete di connessioni, valvole, supporti e tutti gli accessori necessari. La disposizione delle tubazioni dovrà essere ordinata e permettere un facile funzionamento.

Le tubazioni murate dovranno avere la necessaria pendenza per lo svuotamento ed essere munite di valvole di drenaggio di 25 mm di diametro in tutti i punti bassi del sistema.

Tutte le parti da saldare in cantiere ai tubi dovranno essere dello stesso materiale. Nei limiti del possibile dovranno essere applicati criteri di unificazione per gli accessori quali supporti e

ancoraggi.

I calcoli dell'Appaltatore relativi al diametro e allo spessore dovranno essere disponibili per approvazione a richiesta del Delegato Committenza.

Per accertare la buona qualità del materiale impiegato nella fabbricazione di tubi di qualunque genere, l'esattezza della lavorazione, il perfetto perfezionamento degli apparecchi di manovra, il funzionamento delle tubazioni e la loro corrispondenza all'uso cui devono servire, l'Amministrazione Appaltante avrà ampia facoltà di far sorvegliare la lavorazione in officina a mezzo di propri incaricati e di sottoporre i materiali e le tubazioni a tutte le prove e verifiche di collaudo che saranno ritenute necessarie.

Allo scopo l'Impresa indicherà, subito dopo la consegna dei lavori, la ditta fornitrice la quale dovrà, durante la lavorazione, dare libero accesso nella propria fabbrica agli incaricati dell'Amministrazione Appaltante e prestarsi in ogni tempo affinché essi possano verificare se sono esattamente osservate le prescrizioni di fornitura.

I tubi, i pezzi speciali e le apparecchiature verranno presentati alla verifica in fabbrica completamente ultimati.

L'Impresa dovrà procurare a sua cura e spese i mezzi e la mano d'opera necessaria per eseguire le prove e verifiche di collaudo, la qualità del materiale impiegato sarà controllata ogni qualvolta l'Amministrazione Appaltante lo riterrà necessario, mediante prove meccaniche, tecnologiche e pratiche prescritte per ogni singolo materiale, su appositi saggi, provini o barrette in numero di due per ogni genere di materiale, ricavati da pezzi forniti in più, oltre quelli ordinati.

### **18.1 Tubazioni in acciaio**

La condotta forzata è prevista in acciaio elettrosaldato, con saldatura elicoidale tipo "SAW" o longitudinale "ERW" per condotte d'acqua, e deve corrispondere oltre alle ulteriori normative in materia, alla norma UNI 6363/84.

I tubi senza saldatura resistenti alla corrosione dovranno essere in conformità alle Norme UNI 6904, o altre equivalenti approvate.

Dovrà essere fornita alla Direzione Lavori la certificazione dell'acciaio impiegato secondo quanto previsto dalla norma EN 10204.3.1.B, così come il certificato di origine della fornitura e di fabbricazione ed i relativi controlli di qualità effettuati in stabilimento di produzione.

Tutti i tubi vanno spediti muniti di coperchi di plastica di protezione alle estremità.

Tutte le tubazioni contenenti acqua od altri fluidi freddi dovranno essere opportunamente coibentate al fine di evitare condense.

Esternamente la tubazione dovrà essere rivestita a mezzo di spalmatura di resine poliuretatiche con spessore non inferiore a 1000 micron per la protezione delle tubazioni dalla corrosione, del cui processo, caratteristiche tecniche e spessore reso dovrà essere fornita apposita certificazione all'origine di produzione.

Il rivestimento poliuretano dovrà essere certificato e corredato dalle seguenti prove in stabilimento:

- Adesione e spessore, secondo la norma DIN 30671
- Continuità dielettrica, secondo la norma DIN 30671, con valori di riferimento pari almeno a 15 kV
- Resistenza all'indentazione, secondo la norma DIN 30671
- Impatto, secondo la norma DIN 30671
- Distacco catodico, secondo la norma DIN 30671
- Resistenza all'abrasione, secondo norma ASTM D4060
- Resistenza alla corrosione, con certificazione del test di prova alla nebbia salina
- Impronta digitale, con certificazione mediante spettro infrarosso e calorimetria differenziale a scansione (DSC)

Ciascun tronco costituente la condotta dovrà essere strutturato in modo da risultare perfettamente compatibile con l'applicazione esterna di primer bituminoso e rivestimento in polietilene.

I giunti di estremità dovranno essere del tipo a bicchiere sferico.

Il rivestimento interno della tubazione dovrà essere realizzato con resine epossidiche atossiche idonee al contatto con acqua secondo il D.M. 174 del 06.04.2004, delle quali dovrà essere rilasciata garanzia di durata oltre a scheda tecnica comprovante ed illustrante le fasi di applicazione del prodotto medesimo.

In corrispondenza delle saldature dovrà essere eseguita apposita fasciatura a mezzo di rivestimento in polietilene triplo strato, composto da fascia termorestringente con adesivo sigillante viscoelastico e pezza di chiusura adesiva preinstallata.

Il processo di saldatura dei giunti a bicchiere sferico dovrà avvenire con elettrodo rivestito con due-tre passate di basico, a giudizio della Direzione Lavori.

Le saldature verranno sottoposte a controllo a campione per un quantitativo minimo pari al 15% sul totale delle saldature eseguite, escluse le curve planoaltimetriche ed i pezzi speciali i quali verranno sottoposti a controllo sistematico.

I controlli verranno eseguiti con il metodo del liquido penetrante ovvero con altra metodologia che la Direzione Lavori riterrà opportuno precisare in corso d'opera.

## **18.2 Tubazioni in conglomerato cementizio armato turbocentrifugato**

Si definiscono tubi in conglomerato cementizio armato turbocentrifugato, i tubi realizzati con macchine a compressione radiale, aventi un'armatura costituita da tondino di acciaio avvolto secondo un'elica e da generatrici rettilinee saldate elettricamente a intervalli regolari.

I tubi dovranno essere fabbricati da ditta specializzata in stabilimento debitamente attrezzato.

Il dosaggio degli inerti con il cemento e l'acqua, dovrà avvenire in apposite centrali dotate di mescolatori a regime forzato con contaltri e dispositivi di pesatura, in modo da garantire una costante omogeneità degli impasti.

Successivamente il calcestruzzo verrà costipato contro le pareti interne di una cassaforma metallica cilindrica mantenuta con l'asse verticale da un corpo cilindrico rotante (mandrino) di diametro esterno uguale al diametro interno del tubo da produrre. Il mandrino, provvisto di

rulli pressatori ad asse verticale, eserciterà sul materiale una vera e propria azione di rullatura che determinerà contemporaneamente la costipazione e la finitura della superficie interna del manufatto. La stagionatura potrà avvenire collocando i tubi in posizione verticale, con continua aspersione di acqua per un periodo di tempo non inferiore a due giorni oppure con trattamento a vapore.

Per quanto riguarda le prescrizioni costruttive si osserverà quanto segue:

Cemento: pozzolonico 425 o d'alto forno o Portland 425 additivato con "ceneri volanti"

Dosaggio: quintali non inferiore a 4.00 per metro cubo di inerte

Inerti: dovranno essere perfettamente separati in almeno tre classi granulometriche:

- fino a 3 mm

- da 3 a 7 mm

- oltre i 7 mm.

La grandezza dei granuli non potrà superare i 20 mm come massimo.

Acqua: dovrà essere limpida, non contenente acidi o basi e possibilmente potabile.

Altri materiali: L'Amministrazione appaltante si riserva la facoltà di vietare l'uso di additivi che a suo insindacabile giudizio ritenesse dannosi o a chiederne la modifica del dosaggio. In particolare sarà vietato l'uso di cloruro di calcio in misura superiore al 2% sul peso del cemento, allo scopo di evitare la corrosione delle armature metalliche. L'armatura sarà costituita da tondino di acciaio con carico di rottura superiore a  $50 \text{ Kg/mm}^2$ , stirato a freddo, avvolto in semplice o doppia spirale, saldando elettricamente agli anelli le barre longitudinali in numero e diametro sufficienti a costruire una gabbia robusta, non soggetta a deformarsi durante la fabbricazione del tubo. Il numero, il diametro e la disposizione delle spire e delle generatrici sono lasciati alla scelta del fabbricante. In via di massima, la sezione complessiva delle spirali non dovrà essere inferiore ai  $4/1000$  della sezione longitudinale del calcestruzzo. Il passo delle spirali non superiore ai 15 cm, la distanza delle generatrici non dovrà superare 2 volte lo spessore del tubo. Per tubi aventi spessore non superiore a cm 12, l'armatura sarà di regola costituita da una semplice gabbia, per tubi di spessore superiore, si potrà adottare una doppia gabbia disposta in modo da assicurare ai tondini un ricoprimento effettivo minimo di 1.5 cm collocando preferibilmente i ferri dell'armatura longitudinale all'interno delle armature trasversali. Sulla posizione delle armature è ammessa una tolleranza di + 0.5 cm, purché sia sempre assicurato il copriferro minimo di cm 1.5. Il ferro da impiegarsi per la formazione delle armature deve essere conforme alle norme vigenti per l'esecuzione delle opere in cemento armato e sottoposto alle prove di qualità previste dalle norme stesse. Gli ingredienti degli impasti dovranno essere misurati con precisione, il cemento sarà misurato in peso, gli inerti preferibilmente in peso, l'acqua in peso od in volume. Il rapporto acqua-cemento dovrà essere oggetto di controllo con le modalità più indicate per il procedimento di fabbricazione impiegato, tenen-



do conto anche della umidità degli inerti. Il mescolamento dell'impasto verrà fatto con macchina di tipo appropriato, per un tempo non inferiore a 3 minuti primi. La qualità del conglomerato si dovrà controllare sistematicamente su provini appositamente preparati almeno ogni 50 mc di impasto, e comunque con frequenza non minore di una serie di prove ogni sette giorni. Per ogni serie di prove verranno confezionati 4 provini cubici, spigolo cm 10 e 4 travetti parallelepipedi, dimensioni 10x10x 40 cm; i provini verranno confezionati con lo stesso impasto dei tubi, curando di riprodurre in essi lo stesso rapporto acqua-cemento ottenuto nei manufatti, e stagionati naturalmente in sabbia umida. I cubi verranno rotti a schiacciamento ed i travetti a flessione, sotto momento costante, deducendone la sollecitazione unitaria di rottura nell'ipotesi di asse neutro centrale e conservazione delle sezioni piane, le prove di rottura verranno eseguite a 7 e a 28 giorni di stagionatura. Sono prescritti i seguenti limiti minimi per le resistenze in Kg/cm<sup>2</sup> determinate come media dei 3 risultati migliori:

- resistenza unitaria 7 gg. 250  
a compressione 28 gg. 450
- resistenza unitaria 7 gg. 40  
a flessione 28 gg. 55.

Per i tubi secondo le presenti norme è tassativamente prescritto l'impiego di giunti a bicchiere con materiale di tenuta costituito da un anello di gomma. Il disegno del giunto, le dimensioni e relative tolleranze saranno stabilite dal fabbricante e da questi dichiarate in modo impegnativo in vista del controllo di produzione. Il disegno del giunto sarà sviluppato nel rispetto delle seguenti prescrizioni:

- il bicchiere avrà spessore e lunghezza sufficiente a garantire la tenuta del giunto anche nel caso che si verificasse una angolazione tra gli assi dei tubi adiacenti, contenuta entro i seguenti limiti
- |      |                                 |
|------|---------------------------------|
| 2    | per DN compreso tra 50 e 100 cm |
| 1,30 | per DN maggiore di 100 cm       |

Il giunto di tenuta in gomma sarà del tipo fisso annegato nel calcestruzzo con battuta su maschio e femmina a pressione

L'elastomero, costituente la guarnizione, deve essere ad altissima resistenza chimica, anti-invecchiante.

Le superfici dei tubi interessanti la giunzione devono essere perfettamente lisce, prive di asperità, irregolarità, incisioni, e simili difetti, a tal fine è consentito un ritocco delle superfici stesse, purché localizzato, sporadico, ed eseguito con materiali d'apporto di provata efficacia, è inoltre prescritto che le prove di impermeabilità e di rottura siano eseguite con attrezzature che consentono di collaudare anche la tenuta e la resistenza del giunto.

I tubi dovranno avere una lunghezza utile non inferiore a 4 m per diametri inferiori o uguali a 1000 mm, e lunghezza utile non inferiore a 2.3 m per diametri superiori.

- tolleranza nella lunghezza utile non superiore al 1.5% (in difetto)
- tolleranza nello spessore non superiore al 6% (in difetto)
- tolleranza nel diametro interno + 1%.

I tubi dovranno riportare in modo indelebile, sulla parte esterna, i seguenti dati:

- a - nome del costruttore o marchio di fabbrica
- b - diametro nominale
- c - anno e mese di fabbricazione.

### **18.3 Tubi in ghisa sferoidale**

Dovranno essere prodotti, unitamente ai raccordi e pezzi speciali, con ghisa di tipo sferoidale conformemente alle norme di produzione europee ed in particolare alla norma UNI-EN 545/07 o equivalente.

Salvo diversa prescrizione, i tubi saranno ottenuti per colata mediante centrifugazione in conchiglia e sottoposti, in seguito, a trattamento di ricottura e di ferritizzazione. Il rivestimento sarà effettuato internamente mediante malta cementizia applicata con cemento d'alto forno tramite centrifugazione secondo le norme UNI-EN 545/07 ed esternamente mediante trattamento preliminare di zincatura elettrolitica e successiva vernice bituminosa (spessore  $\geq 40$  microns). Il rivestimento interno non conterrà alcun elemento solubile in acqua né, per le condotte d'acqua potabile, elementi di natura tossica.

I raccordi saranno rivestiti, sia internamente che esternamente, con vernici bituminose date a bagno.

Tutti i manufatti porteranno, ottenuti con fusione o riportati con pittura o stampaggio a freddo, i contrassegni relativi al marchio di fabbrica, al diametro nominale, nonché un'indicazione precisante che il pezzo è di ghisa sferoidale.

Se richiesto, ogni raccordo porterà l'indicazione delle caratteristiche principali. I tubi ed i raccordi con diametro nominale maggiore di DN 300 porteranno il millesimo di fabbricazione.

I manufatti saranno sottoposti a prova idraulica di tenuta ed a prove meccaniche di trazione e di durezza (secondo cap. 6 e cap. 7 norma UNI-EN 545/07).

La prova idraulica sarà effettuata con le modalità di cui ai punti 7.2., 7.3, 7.4 e 7.4 della UNI-EN 545/07 citata. La pressione minima di prova (1,5 volte la pressione nominale), per i tubi, sarà di 55 bar ( $50 \text{ Kgf/cm}^2 \div 5 \text{ MPa}$ ) per DN 40÷300; di 45 bar per DN 350÷600; di 37 bar per DN 700÷1200.

I raccordi saranno sottoposti in officina ad un controllo di tenuta stagna, effettuata con acqua, ad una pressione di 1,5 x 25 bar per i raccordi della gamma.

Durante la prova di tenuta, che avrà la durata di almeno 15 s, non si dovranno constatare fuoriuscite di aria od acqua, né porosità od altri difetti di sorta.

I tubi avranno di norma un'estremità a bicchiere per giunzione a mezzo di anello in gomma. I giunti saranno del tipo automatico o del tipo meccanico. La guarnizione presenterà all'esterno un apposito rilievo per permettere il suo alloggiamento all'interno del bicchiere ed una forma troncoconica con profilo divergente a "coda di rondine" all'estremità opposta. La tenuta sarà

assicurata dalla reazione elastica della gomma e dalla compressione esercitata dal fluido nel divergente della gomma. Il giunto che dovrà permettere deviazioni angolari e spostamenti longitudinali del tubo senza compromettere la tenuta, sarà conforme alla norma UNI 9163 del novembre 1987 o equivalente per dimensioni e forma.

Le flange corrisponderanno, per caratteristiche costruttive, alle indicazioni di cui alla "Sezione tre" della UNI-ISO 2531, i raccordi alle prescrizioni di cui alla "Sezione quattro". I giunti dei raccordi saranno preferibilmente a bicchiere (del tipo meccanico a bulloni) e/o a flangia piana PN 25-40 secondo specifica.

Le guarnizioni di gomma da impiegarsi nei vari tipi di giunti saranno ad anello con sezione trasversale della forma particolare adottata dalla Ditta produttrice dei tubi. Ogni guarnizione riporterà il marchio del fabbricante, il DN, il tipo di giunto e di impiego cui si riferisce, nonché la settimana e l'anno di fabbricazione. Gli anelli saranno fabbricati per stampaggio e convenientemente vulcanizzati; non saranno ammesse saldature, fatta eccezione per gli anelli di grande diametro (a condizione però che rimangano inalterate le caratteristiche qualitative e venga assicurata comunque la tenuta del giunto).

La ghisa sferoidale impiegata per la fabbricazione avrà le seguenti caratteristiche:

- Carico unitario di rottura trazione  $\geq 42$  daN/mm<sup>2</sup>.
- Allungamento minimo a rottura 10%.
- Durezza Brinell  $\leq 230$  HB.

La lunghezza utile sarà la seguente:

- per i diametri nominali fino a 600 mm inclusi: 6 metri
- per i diametri nominali oltre 600 mm: 6, 7, 8 e 12 metri metri.

#### **18.4 Tubazioni in polivinilcloruro (PVC) e relativi pezzi speciali**

I tubi devono essere in polivinilcloruro, rigido, della classe di pressione indicata nelle voci di Elenco Prezzi, atossici ed idonei al trasporto di acque potabili, a norma della Circolare del Ministero della Sanità n. 102 del 02.12.1978 e successivi aggiornamenti e integrazioni.

Tale idoneità deve essere esplicitamente dichiarata e garantita per iscritto dall'Impresa aggiudicataria, allegando copia di attestato rilasciato da un Presidio Multizonale di Igiene e Profilassi su spezzoni dei tubi forniti.

L'Impresa Appaltatrice rimane comunque unica responsabile, anche nel tempo, dell'idoneità igienica dei tubi da essa forniti.

I tubi devono essere prodotti in conformità alle norme UNI 7441-75 Tipo 312 e UNI 7448-75 e successivi aggiornamenti.

I giunti devono essere a bicchiere, con anello di tenuta in elastomero inserito in apposita sede, salvo diverse disposizioni scritte della Direzione dei Lavori, in base all'esame dei campioni presentati.

Tutti i tubi devono essere marchiati in modo indelebile con:

- denominazione della Ditta produttrice,
- indicazione del materiale, della categoria del tipo, del diametro esterno,

- pressione nominale,
- data di fabbricazione,
- marchio di conformità rilasciato dall'Istituto Italiano dei Plastici.

I pezzi speciali in PVC devono essere di classe non inferiore a quella dei tubi e devono essere prodotti in conformità alle norme UNI 7442-75 e 7449-75.

I pezzi speciali di altri materiali devono essere di marche e caratteristiche da approvarsi preventivamente dalla Direzione dei Lavori, in base all'esame dei campioni presentati.

Tutti i pezzi speciali devono essere tali da assicurare la perfetta tenuta alle pressioni prescritte per i tubi ed anche in caso di depressione.

Le flange devono essere sagomate e forate secondo UNI PN 16, salvo diverse disposizioni della Direzione dei Lavori.

Tutti i tubi ed i pezzi speciali devono essere in grado di sopportare pressioni interne pari almeno a 1,5 volte la pressione nominale. I tubi devono essere collaudati singolarmente in fabbrica. La Direzione dei Lavori si riserva la facoltà di eseguire prove idrauliche in fabbrica sul 5% dei tubi da fornire, se tale collaudo non risulterà favorevole, si potrà richiedere di ripetere le prove su tutti gli altri tubi.

La Direzione dei Lavori si riserva inoltre di far eseguire in fabbrica o presso laboratori di fiducia, prove di resistenza e qualità dei materiali.

### **18.5 Tubazioni in PEAD**

Le tubazioni in polietilene ad alta densità dovranno rispondere ai requisiti prescritti dalle norme UNI 7611-76 tipo 312 e rispettare le indicazioni di atossicità contenute nella circolare n. 102 del 02.12.1978 del Ministero della Sanità e successivi aggiornamenti.

Gli spessori saranno calcolati per resistere a una sollecitazione tangenziale  $\sigma_v = 50 \text{ Kg/cm}^2$  a 20° C e gli spessori dovranno essere calcolati secondo la formula :

$$S = p \cdot \frac{de}{2 \sigma_v + p}$$

Le tubazioni dovranno essere di resina termoplastica mediante polimerizzazione dell'etilene esente da plastificanti e da carichi interni e con le sole quantità indispensabili di stabilizzanti e lubrificanti necessari per la lavorazione.

Esse dovranno essere fabbricate per estrusione, in rotoli da 100 m per diametri da 25 a 110 mm, corredati di manicotto bigiunto a compressione.

La pressione normale di esercizio, sarà quella specificata nella voce di elenco prezzi. Dovranno avere costituzione omogenea e compatta e mantenere sezione circolare costante per tutta la loro lunghezza.

Le superfici dovranno essere perfettamente lisce, esenti da ondulazioni, da striature cromatiche notevoli, da porosità o bolle, da fessurazioni e difetti simili.

Gli spessori dovranno risultare uniformi in qualsiasi punto del tubo.

Sono qui inoltre espressamente richiamate tutte le disposizioni riguardanti le prove e l'accertamento delle caratteristiche, il tutto come riportato dalle norme UNI, già precedente-

mente richiamate, e in particolare la determinazione della temperatura di rammollimento, la prova di resistenza alla pressione interna, la prova di resistenza all'urto a 0.C., di schiacciamento, di resistenza all'acetone e a ogni altro agente chimico.

Le tubazioni dovranno essere sottoposte alla prova idraulica nell'officina del fornitore con una pressione pari a 1,5 volte la pressione di esercizio.

I campioni dei tubi proposti in offerta, che dovranno pervenire all'Ente Appaltante, saranno sottoposti ad analisi chimiche e prove meccaniche, secondo i metodi UNI 7448-75, allo scopo di controllare la corrispondenza ai requisiti richiesti dalla normative citate in precedenza. I pezzi speciali e le giunzioni, alle prove meccaniche e fisiche, dovranno presentare le identiche caratteristiche prescritte per le tubazioni.

Le giunzioni delle tubazioni saranno componibili a freddo con pezzo speciale in polietilene HD, la cui tenuta sia assicurata da anello, a ghiera di graffaggio.

I tubi forniti dovranno portare una stampigliatura che ne indichi lo specifico impiego per condotte di acqua potabile.

La marcatura deve comprendere :

- l'indicazione del materiale ;
- l'indicazione della categoria e del tipo
- il diametro esterno
- l'indicazione della pressione nominale
- il marchio di fabbrica
- l'indicazione del periodo di produzione.

### **Art. 19 Pezzi speciali e apparecchi idraulici in genere**

Tutti i pezzi speciali di collegamento e gli apparecchi idraulici da impiegare dovranno uniformarsi ai tipi di progetto e corrispondere esattamente alle prescrizioni e ai modelli approvati dalla Direzione dei Lavori e depositi in campionatura.

Le caratteristiche tecniche dei pezzi speciali dovranno corrispondere per qualità del loro materiale, esecuzione, prove, ecc. alle norme per l'esercizio ed il collaudo delle condotte forzate salvo quanto di seguito stabilito:

- a) tutti i pezzi speciali e le apparecchiature in genere dovranno essere costruiti per sopportare una pressione d'esercizio pari a 25 bar.
- b) tutti i bulloni, dadi, viti ed ogni parte filettate delle apparecchiature idrauliche e dei pezzi speciali saranno rigorosamente realizzati in acciaio inox tipo AISI 304.
- c) i pezzi speciali in acciaio avranno un rivestimento interno anticorrosivo e, dove necessario, saranno catramati a caldo internamente ed esternamente e protetti contro le azioni esterne di corrosione mediante rivestimento di bitume e vetroflex;
- d) gli apparecchi idraulici ed i relativi pezzi speciali saranno montati e collegati alle tubazioni in conformità alle istruzioni che verranno impartite dalla Direzione dei Lavori.

Tutti i pezzi speciali verranno preventivamente provati alle pressioni richieste, alla presenza di un incaricato della Direzione dei Lavori, il quale punzonerà i pezzi speciali mediante appo-

sito stampo.

I pezzi di fusione dovranno presentare superfici esterne perfettamente modellate, se del caso e ripassate allo scalpello od alla lima. I piani di combaciamento di tutte le flange dovranno essere ricavati mediante lavorazione al tornio e presentare inoltre una o più rigature circolari concentriche per aumentare la tenuta con guarnizione. Del pari dovranno essere ottenute con lavorazione a macchina tutte le superfici soggette a sfregamenti nonché i fori dei coperchi e delle flange di collegamento.

Tutti i pezzi in ghisa dei quali non sarà prescritta la verniciatura, dopo l'eventuale collaudo in officina dovranno essere catramati o bitumati internamente ed esternamente. Le superfici esterne grezze in bronzo, rame, ottone, se non diversamente prescritto, saranno semplicemente ripulite mediante sabbiatura. Sulla superficie esterna di ogni apparecchio dovrà inoltre risultare, di fusione o con scritta indelebile, la denominazione della Ditta costruttrice, il diametro nominale, la pressione nominale e le frecce indicanti la direzione della corrente.

L'Amministrazione Appaltante si riserva la facoltà di sottoporre a prove e verifiche gli apparecchi forniti dall'Appaltatore, intendendosi a totale carico dello stesso, come peraltro specificato nelle condizioni generali di fornitura, tutte le spese occorrenti per il prelevamento ed invio, agli Istituti di prova, dei campioni che la Direzione dei Lavori intendesse sottoporre a verifica.

Tutte le valvole devono essere di acciaio inossidabile, flangiata; le aste devono avere il collare di controspinta.

Il diametro nominale delle valvole deve essere uguale a quello del tubo corrispondente. Guarnizioni e sedi devono essere fissate in maniera efficace in modo da non allentarsi durante il funzionamento; il fissaggio solo mediante forzamento non è accettabile.

Il meccanismo di manovra deve avere un sistema di lubrificazione ed un indicatore di posizione; in caso di valvole di sezionamento deve essere previsto un sistema di bloccaggio con chiave in posizione aperta e chiusa.

Tutte le valvole a comando manuale devono avere senso di chiusura orario del volantino, che deve essere marcato con il senso di chiusura. Tutte le valvole a comando manuale devono permettere l'apertura e la chiusura contro la massima pressione differenziale con uno sforzo al volantino non superiore a 100 N, usando, se necessario, riduttori o cuscinetti.

Nei limiti del possibile le valvole per applicazioni simili dovranno essere dello stesso tipo e fabbricante ed essere intercambiabili.

Le valvole a saracinesca per acqua e aria dovranno avere un meccanismo di manovra resistente al fluido. Valvole diverse da quelle a spillo non dovranno essere mantenute parzializzate per lungo tempo. Se è necessaria la regolazione, dovranno essere usati diaframmi o valvole a spillo con fine corsa.

Le valvole per acqua ed olio devono essere del tipo a saracinesca, sferico, a farfalla, a maschio, a spillo a seconda del tipo di servizio e di pressione di funzionamento.

Le valvole di non ritorno devono essere di tipo appositamente progettato per evitare urti e colpi d'ariete durante la chiusura. L'elemento di chiusura deve essere incernierato sul corpo e non

su di un coperchio laterale.

Le valvole di sicurezza per le pompe devono essere a comando diretto con molla, con corpo angolare.

Le valvole dovranno essere identificate con dimensioni e pressione nominale.

### **19.1 Giunti di smontaggio**

I giunti di smontaggio saranno del tipo a cannocchiale e dovranno essere realizzati in acciaio Rst 37-2 rivestito con bitumatura a caldo di tipo alimentare, PN 25, con bulloni e dadi in acciaio inox AISI 304 e guarnizioni in gomma atossica tipo NBR, adatti per accoppiamenti con valvole sia di piccolo che di grande diametro e con moderati sforzi assiali e con lievi flessioni angolari.

### **19.2 Valvole a farfalla**

Le valvole a farfalla dovranno essere del tipo biflangiato con corpo realizzato in ghisa sferoidale GGG 400-12 UNI 4544-74, albero e disco in acciaio inox AISI 431 con anello di tenuta in Perbunan

Dovranno essere conformi alle Norme ISO - DIN - BS - ANSI - JIS e UNI con cuscinetti rivestiti con PTFE.

Il comando dovrà essere manuale a volantino, del tipo prescritto per le saracinesche, con riduttore demoltiplicato contenuto in carter di ghisa sferoidale o acciaio a tenuta stagna, con indicatore esterno della posizione della farfalla.

Le valvole dovranno essere verniciate con resine epossidiche atossiche dello spessore minimo 150 micron.

Dovranno essere della migliore qualità, di marche e caratteristiche da approvarsi dalla Direzione Lavori, sulla base dell'esame dei campioni presentati.

### **19.3 Saracinesche in ghisa sferoidale - Saracinesche flangiate in genere**

Le saracinesche in ghisa sferoidale saranno del tipo a corpo piatto con cuneo gommato conformi alle Norme DIN 3202F4 - GS400-12 UNI 4544-74.

Il corpo dovrà essere verniciato esternamente ed internamente con resina epossidica. Il cuneo sarà verniciato con polveri epossidiche nella zona alta mentre la restante parte dovrà essere completamente rivestita a spessore in gomma nitrile vulcanizzata con scarico antinquinamento. Il coperchio risulterà verniciato sia internamente che esternamente con resina epossidica. Gli altri materiali costituenti la saracinesca risulteranno così costruiti:

- albero di manovra in acciaio inox con filettatura cilindrica e guida dell'albero lunga e resistente ad altissime sollecitazioni;
- guarnizione sigillante in NBR;
- O-RING in NBR per la perfetta tenuta dell'albero di manovra;
- bronzina in ottone trafilato;
- flangia con piano di appoggio;
- viterie in acciaio debitamente protette con naturale sigillante.

Il volantino dovrà essere in ghisa di qualità o in acciaio, di robusta struttura, verniciato con resine epossidiche come sopra.

Le saracinesche dovranno essere della migliore qualità, di marche e caratteristiche da approvarsi dalla Direzione dei Lavori, sulla base dell'esame dei campioni presentati. Si intendono garantite per cinque anni dalla posa; ciò vale in particolare per il rivestimento di tenuta della gomma del cuneo. Per tale periodo l'Impresa sarà tenuta a sostituire la saracinesca a sua totale cura e spesa, nel caso di bloccaggio degli organi di manovra o di perdite di tenuta.

Le saracinesche flangiate per condotte d'acqua dovranno essere realizzate e fornite nel rispetto delle condizioni tutte di cui alla norma di unificazione UNI 7125-72 (in parte sostituita dalla UNI EN 19).

I materiali potranno essere, in rapporto alle prescrizioni: ghisa grigia G 20 UNI 5007-69 od acciaio non legato per getti Fe G UNI 3158-68 per la costruzione dei corpi e dei coperchi; ghisa grigia c.s., acciaio non legato c.s., bronzo G-Cu Sn5 Pb5 Zn5 UNI 7013-72, lega di rame da fonderia (ottone speciale) G-Cu Zn34 Pb2 UNI 5036 e lega di rame da lavorazione plastica (ottone al piombo) P-Cu Zn40 Pb2 UNI 5705-65 per la costruzione delle altre parti. La Direzione dei Lavori potrà ammettere comunque l'impiego di altri materiali, purché idonei e scelti tra quelli unificati.

Su una fiancata del corpo delle saracinesche dovranno essere ricavati di fusione od impressi in modo leggibile ed indelebile, il marchio di fabbrica, il diametro nominale, la pressione nominale e la sigla indicante il materiale del corpo. Sul bordo delle flange dovrà essere indicata la dima di fornitura.

Sulle saracinesche di ghisa la bitumatura dovrà essere effettuata con le modalità prescritte. La verniciatura dovrà invece essere effettuata su tutte le saracinesche di ghisa che non verranno, per apposita disposizione, bitumate e su quelle di acciaio, nonché sulle scatole dei comandi.

Tutte le saracinesche dovranno essere di norma costruite con quattro sedi tenuta, due nel corpo e due nell'otturatore, riportate sotto forma di anelli opportunamente sagomati di materiale G-Cu Zn34 Pb2 UNI 5036 oppure di P-Cu Zn40 Pb2 UNI 5705-65. Fanno eccezione le saracinesche aventi DN minore di 100 per le quali l'otturatore potrà essere eseguito completamente di bronzo o di ottone fuso. La sede di imposta degli anelli di tenuta dovrà essere lavorata in modo da garantire un fissaggio stabile nel tempo e la perfetta tenuta. La conicità dovrà essere compresa tra l'8 e il 16%; le superfici di contatto dovranno presentare una rugosità superficiale Ra inferiore ad 1 micron secondo UNI 3963. Non saranno ammesse sedi riportate per saldatura.

Gli steli di manovra dovranno essere eseguiti in ottone al piombo, stampato o fucinato. La filettatura dovrà essere a profilo trapezoidale TpN UNIM 124, sinistra ad un solo principio. La madrevite dovrà essere di norma eseguita di bronzo G-Cu Sn5 Pb5 UNI 7013-72; dovrà avere altezza non minore di 5 volte il passo della filettatura (e dei 9/10 del diametro esterno dello stelo) e superficie di contatto con rugosità Ra inferiore a 3 micron. Nel caso di saracinesche a vite interna gli steli di manovra dovranno essere realizzati con collarino monoblocco, ricavato per fucinatura o per stampaggio non essendo ammessi collarini comunque riportati.



Le saracinesche fino a DN 300, salvo diversa prescrizione, verranno fornite munite di cappel-  
lotto salvaquadro per la manovra con chiave a T. Quelle oltre DN 300 saranno di norma forni-  
te munite di volantino, di ghisa G 20 UNI 5007-69 o di ghisa malleabile UNI 3779-69. Per sa-  
racinesche minori di DN 300, i volantini dovranno essere del tipo a calice.

Al fine di permettere l'apertura manuale delle saracinesche quando la pressione differenziale  
tra le due facce del cuneo supera i valori riportati nel prospetto di cui al punto 5.3.2. della  
UNI 7125-72, su un lato di ciascuna saracinesca dovranno essere realizzati due appositi attac-  
chi per l'applicazione del "by-pass", con eccezione per le saracinesche a corpo piatto. I diame-  
tri nominali del by-pass dovranno corrispondere al prospetto di cui al punto 5.3.3. della UNI  
citata. Qualora non fosse possibile l'applicazione del by-pass dovrà essere applicato il disposi-  
tivo riduttore manuale, del tipo normale o sboccabile secondo prescrizione. In ogni caso la  
forza della coppia applicata sulla periferia del volantino del riduttore non dovrà superare il va-  
lore di 15 kgf (150 N).

Tutte le saracinesche dovranno essere sottoposte alle prove di pressione del corpo e di tenuta  
delle sedi. Le prove saranno effettuate con le modalità di cui al punto 8.2. della UNI 7125-72;  
la prima ad otturatore aperto, con una pressione mediamente superiore del 50% rispetto a  
quella nominale; la seconda ad otturatore chiuso, con una pressione uguale a quella nominale.  
Le prove avranno durata non inferiore a 10 minuti e comunque sufficiente per constatare la  
perfetta tenuta del corpo e delle sedi.

L'Appaltatore è tenuto a fornire alla Stazione Appaltante un attestato di conformità, rilasciato  
dal fabbricante, con il quale verrà certificato che le saracinesche fornite sono conformi alla  
norma UNI richiamata ed a quant'altro è stato oggetto di specifica richiesta.

#### **19.4 Sfiati automatici in ghisa**

Gli sfiati automatici da collocarsi in punti culminanti delle condotte fra due rami di opposta  
pendenza, ovvero alla fine dei tronchi orizzontali ed alla sommità di sifoni anche di breve svi-  
luppo, saranno messi in opera mediante manicotti con diramazioni verticali al tubo di raccor-  
do.

Per la custodia dell'apparecchio si costruirà un apposito pozzetto di facile accesso e tale da  
consentire periodiche visite di manovra e verifica.

Dovranno essere del tipo così come descritto nei particolari di progetto, costruito con materia-  
li di alta qualità e resistenza, di primaria Ditta fornitrice e adatti alle caratteristiche proprie  
dell'impianto.

Tutti i materiali dovranno essere contrassegnati con le seguenti indicazioni:

- nominativo della ditta costruttrice;
- data di fabbricazione;
- tipo di sfiato;
- diametro nominale;
- gli altri contrassegni richiesti dalle Norme UNI di volta in volta richiamate.

## Art. 20 Opere elettromeccaniche

La Fornitura dovrà essere conforme, oltre che alle prescrizioni dei Documenti Contrattuali, anche alle Leggi e Regolamenti nazionali e locali, alle Norme tecniche ufficiali Italiane ed alle altre Norme indicate di seguito e/o nelle varie Sezioni delle Specifiche Tecniche, che sono quindi da considerarsi come facenti parte dei Documenti Contrattuali.

Le unità di misura utilizzate dovranno essere in accordo con il Sistema Internazionale. I gradi dovranno essere espressi secondo la scala Celsius.

Ogni apparecchiatura e/o struttura dovrà essere progettata, fabbricata e collaudata in conformità ad una singola norma o ad un sistema omogeneo di norme scelte tra quelle di seguito indicate:

\* Norme Tecniche Italiane di Riferimento:

|        |  |
|--------|--|
| UNI    | Ente Nazionale Italiano di Unificazione              |
| CEI    | Comitato Elettrotecnico Italiano                     |
| ISPESL | Istituto Superiore per la Prevenzione e la Sicurezza |
| UNEL   | Unificazione Elettrica                               |

\* Norme Tecniche Internazionali ed Estere di Riferimento:

|      |  |
|------|--|
| ISO  | International Organization for Standardization |
| IEC  | International Electrotechnical Commission      |
| DIN  | Deutsche Institut fur Normung                  |
| ASME | American Society of Mechanical Engineers       |
| ASTM | American Society for Testing And Materials     |
| SSPC | Steel Structures Painting Council              |
| RSE  | Rusting European Standard                      |
| ISA  | International Standard Association             |
| NEMA | National Electrical Manufacturers Association  |
| UNEL | Unificazione Elettrica                         |

Nel caso siano applicabili varie norme, quella da utilizzarsi dovrà essere scelta in accordo con le prescrizioni dei Documenti Contrattuali.

In mancanza di diverse indicazioni dovrà essere data prevalenza alle Norme Italiane, successivamente a quelle Europee e quindi a quelle Internazionali.

Per le Norme tecniche ufficiali dovrà essere applicata l'edizione più recente in vigore alla Data di Decorrenza del Contratto.

Eventuali altre norme, proposte dall'Appaltatore in alternativa a quelle specificate nei Documenti Contrattuali, saranno soggette all'approvazione del Committente e quelle straniere dovranno essere sottoposte con la traduzione in Italiano.

In caso di contrasto tra le prescrizioni contenute nelle Norme applicabili e quelle contenute nei Documenti Contrattuali, prevarranno questi ultimi.

In caso di contrasto tra le prescrizioni di due o più Norme applicabili, in mancanza di prescrizioni specifiche nei Documenti Contrattuali, l'Appaltatore dovrà evidenziare l'incongruità al Committente che indicherà la normativa da seguire.

## 20.1 Materiali

Tutti i materiali da utilizzare per la presente fornitura dovranno essere nuovi, esenti da difetti e tali da garantire un funzionamento regolare e la massima vita utile degli equipaggiamenti.

In particolare i materiali non dovranno essere di qualità inferiore a quella dei materiali elencati nella tabella seguente o comunque indicati nei documenti di Appalto.

I materiali non citati espressamente dovranno essere conformi alla edizione più recente delle Norme UNI.

Nel caso i materiali utilizzati siano classificati in base ad altre norme, l'Appaltatore dovrà fornire l'equivalenza tra dette norme e le norme UNI.

| <b>Materiale</b>                                  | <b>Norma</b>                                 | <b>Qualità</b>  |
|---|--|---|
| Alluminio   | UNI 3022<br>UNI 7790                         | P-Al Mg 4,5   |
| Ghisa grigia per getti                            | UNI 5007                                     | G 30  |
| Ghisa malleabile                                  | ISO 5922                                     | W 35-04   |
| Acciaio al carbonio per getti                     | UNI 3158                                     | Fe-G 520  |
| Acciaio al carbonio per fucinati                  | UNI 7746                                     | Fe 510 C  |
| Acciaio inossidabile per getti                    | UNI 3161                                     | X G 15 Cr 13  |
| Acciaio inossidabile per fucinati e forgiati      | UNI 6900                                     | X 10 CrNi 1809<br>X 8 Cr 17<br>X 12 Cr 13<br>X 30 Cr 13 |
| Acciaio fucinato da bonifica                      | UNI 7874                                     | C 30, C 40  |
| Acciaio legato da bonifica                        | UNI 7845                                     | 39 NiCrMo 3   |
| Acciaio per profili e lamiere                     | UNI 7070                                     | Fe 360 D<br>Fe 430 D                                    |
| Acciaio per molle                                 | UNI 3823                                     | A, B, C, D  |
| Bulloneria in acciaio                             | UNI 3740                                     | A-5.8, A-8.8  |
| Acciaio per bulloneria resistente alla corrosione | UNI 6901                                     | X2 CrNi 1811  |
| Tubazioni in acciaio                              | UNI 8863<br>UNI 7287<br>UNI 7288<br>ISO 4200 |   |
| Raccordi per tubazioni                            | ISO 3419<br>ISO 4145                         |   |
| Flange  | UNI 2281-2286<br>UNI 6085-6086               |   |
| Zincatura a caldo per tubazioni in acciaio        | UNI 5745                                     |   |
| Zincatura a caldo per materiali ferrosi           | UNI 5744                                     |   |
| Zincatura elettrolitica                           | ISO 2081                                     |   |

|  |                                  |  |
|--|----------------------------------|--|
| Bronzo fuso  | UNI 7013/1<br>UNI 7013/2         | G-B 10<br>G-B 12                           |
| Ottoni in semilavorati<br>ottenuti da lavorazione plastica | UNI 6398<br>UNI 6399<br>UNI 6400 | P-CuZn39 A11<br>P-OTS 60 SN<br>P-OTS 71 SN |
| Bronzi all'alluminio                                       | UNI 7989                         | P Cu Al Si V                               |
| Metallo antifrizione per cuscinetti                        | UNI 4515                         | MB 85                                      |
| Rame elettrolitico per conduttori                          |                                  | Cu 99.5                                    |

I materiali devono avere un grado di finitura accurato e dovranno essere conformi alle Norme più recenti. In particolare tutte le parti omologhe dovranno essere intercambiabili.

### **20.2 Forgiati e Fucinati**

La struttura dei forgiati deve essere omogenea e priva di eccessive inclusioni non metalliche. Una concentrazione eccessiva di impurità o di segregazione di elementi di lega in aree critiche costituirà motivo di rifiuto. Ogni riparazione per saldatura dovrà essere approvata dal Delegato Committenza e dovrà essere eseguita secondo ASME Sezione VIII. Tutti i principali pezzi forgiati dovranno essere controllati con ultrasuoni. I forgiati dovranno essere ricotti o normalizzati.

### **20.3 Lamiere e Profilati**

Lamiere e profilati dovranno essere perfettamente rettilinei, con superfici uniformi. L'eventuale raddrizzamento dovrà essere fatto evitando l'uso di colpi. Dopo il taglio le estremità dovranno essere lasciate a spigolo vivo, sbavate e senza seghettature. Lamiere di grosso spessore potranno essere tagliate al cannello purché il materiale non ne sia influenzato termicamente e le estremità siano smerigliate o lavorate di macchina.

Le lamiere devono essere calandrate a freddo; dovranno essere evitati forti colpi per correggere la curvatura. In caso di laminazione a caldo, dovrà essere evitato il sovrariscaldamento. Tutte le lamiere con spessori superiori a 25 mm dovranno essere controllate con ultrasuoni prima della lavorazione.

Lamiere per serbatoi o elementi in pressione oltre a rispettare tutti i valori di composizione chimica, caratteristiche meccaniche, durezza e altre prove stabilite dalle Norme, dovranno rispettare i valori di resilienza stabiliti per quel materiale dalla Norma ASME. Tutte le prove dovranno essere eseguite prima dell'inizio della fabbricazione e i risultati sottoposti ad approvazione.

Qualunque lamiera che presenti laminazioni dopo il taglio sarà rifiutata, a meno che la parte difettosa sia localizzata e possa essere riparata tagliando la lamiera e saldando una parte sana. In questi casi sarà necessaria l'approvazione del Delegato Committenza per le riparazioni.

## **Art. 21 Apparecchiature Elettriche**

L'Appaltatore dovrà fornire e montare, entro i limiti di fornitura, tutti gli equipaggiamenti ed

accessori necessari ad avere un tutto completo e funzionante.

Le apparecchiature elettriche dovranno essere conformi alle norme

Tutti gli equipaggiamenti elettrici dovranno sopportare senza danni e deformazioni permanenti le sollecitazioni prodotte da sovratensioni di qualunque intensità e gli sforzi elettrodinamici massimi prodotti dalle correnti di corto circuito nelle peggiori condizioni di funzionamento possibili.

## **Art. 22 Quadri di Distribuzione, Pannelli**

Quadri di distribuzione e pannelli devono essere usati per il controllo di piccoli carichi; i quadri controllo contenente i PLC vanno usati per motori e azionamenti.

I quadri devono essere del tipo totalmente chiuso, autoportanti, a pavimento od a parete a seconda delle dimensioni e della ubicazione.

Devono essere costruiti in lamiera di acciaio con spessore minimo di 2 mm e muniti di porte incernierate.

Il grado di protezione sarà definito in base alla localizzazione dei quadri; in ogni caso il grado di protezione minimo sarà IP 30 e IP 20 a portella aperta.

Nei quadri devono alloggiare tutti i dispositivi di alimentazione, segnalazione e controllo dei vari equipaggiamenti; in particolare devono possedere un interruttore di ingresso, un dispositivo di controllo per ogni apparecchiatura, trasformatori monofase per allarmi locali.

Una luce di segnalazione e/o un voltmetro indicherà che la linea in ingresso è in tensione.

L'entrata dei cavi sarà normalmente dal basso.

Per i quadri principali la relativa descrizione è indicata nei singoli paragrafi delle Specifiche Tecniche, comunque saranno in tutto rispondenti alle "Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro" di cui alla legge n° 51 del 12.02.1955 - Decreto Presidenziale n° 547 del 27.04.1955 e successive integrazioni e modifiche DPR 302/56, DPR 303/56, Legge 186/68, Legge 46/90, D. Lgs 626/94, DPR 459/96 in recepimento della Dir. 89/392/CEE e successive integrazioni e modifiche .

### **22.1 Connessioni**

Per i quadri principali le connessioni saranno realizzate, sia per le sbarre principali che di derivazione, in rame con le superfici di contatto convenientemente argentate.

Le sbarre principali e di derivazione dovranno portare marcature per l'identificazione delle fasi.

Le connessioni minori ed ausiliarie dovranno essere eseguite mediante cavi e/o conduttori aventi le seguenti caratteristiche:

conduttori flessibili in rame con sezione:

non inferiore a 4 mm<sup>2</sup> per i circuiti di potenza in c.c. e c.a.

non inferiore a 2.5 mm<sup>2</sup> per i circuiti di misura amperometrici e voltmetrici.

non inferiore a 2.5 mm<sup>2</sup> per i circuiti ausiliari.

non inferiore a 1.5 mm<sup>2</sup> per i circuiti d'uscita convertitori.

avere un isolamento in P.V.C. adatto per le seguenti tensioni di esercizio:

E<sub>0</sub>/E 0.6/1 kV per i cavi

E<sub>0</sub>/E 0.45/0.75 kV per i conduttori

non essere propaganti l'incendio secondo le Norme CEI 20-22

capicorda saranno di tipo a compressione

Negli eventuali attraversamenti delle lamiere metalliche di divisione i cavi e/o i conduttori avranno il rivestimento isolante non direttamente a contatto con la lamiera, ma saranno muniti di bocchette od attraverseranno diaframmi non metallici di materiale resistente all'invecchiamento che non propaghi la fiamma.

I conduttori dei collegamenti agli apparecchi montati su portelle saranno raggruppati in fasci flessibili disposti, ancorati e protetti, in modo tale da escludere deterioramento meccanico dei cavetti stessi e sollecitazioni sui morsetti. I collegamenti dei circuiti ausiliari saranno disposti entro guaine o canalette in materiale autoestinguente, realizzate ed ubicate in modo da permettere una facile verifica ed una eventuale sostituzione dei conduttori in esse contenuti e riempite non oltre il 70% della loro capacità).

I collegamenti di interconnessione fra le varie sezioni del quadro saranno completi di doppie morsettiere affacciate in corrispondenza delle delimitazioni verticali separabili nei casi in cui si preveda la spedizione di colonne staccate da assiemare sul luogo di destinazione.

Tutti i circuiti in arrivo e partenza dovranno far capo a morsettiere terminali ubicate in posizione facilmente accessibile: a queste morsettiere dovranno essere inoltre connessi tutti i contatti di relè, strumenti, apparecchi, etc. anche se non utilizzati, eccezione fatta per quelli che sono collegati ad apparecchi contenuti nello stesso quadro.

Le morsettiere terminali saranno isolate in melanina od in materiale di analoghe caratteristiche con morsetti componibili tipo CABUR, soggetti all'approvazione del Committente, ed avranno numerazione progressiva. I singoli morsetti saranno con fissaggio a vite del tipo anti-svitante.

In corrispondenza dei terminali (che dovranno essere del tipo a pressione preisolati), i conduttori saranno corredati di contrassegni la cui siglatura sarà concordata successivamente con il Committente e dovrà corrispondere a quella riportata sugli schemi elettrici di competenza dell'Appaltatore.

I morsetti saranno adatti a ricevere conduttori delle seguenti sezioni:

- fino 10 mm<sup>2</sup> per i circuiti amperometrici, voltmetrici e di potenza;
- fino a 6 mm<sup>2</sup> per i rimanenti circuiti.

I morsetti dei circuiti voltmetrici saranno del tipo sezionabile; quelli dei circuiti amperometrici del tipo sezionabile-cortocircuitabile.

A ciascun morsetto sarà collegato un solo conduttore; dovrà essere inoltre previsto un numero di morsetti liberi non inferiore al 10% dei morsetti installati.

## 22.2 Prescrizioni Varie

- a) **Segnalazione e Pulsanti.** Le segnalazioni luminose, i pulsanti o altre apparecchiature montate sulle portelle avranno le parti in tensione dei frutti sporgenti verso l'interno schermate in modo da proteggere l'operatore contro i contatti accidentali a porte aperte. Tutte le segnalazioni luminose saranno normalmente realizzate a mezzo di diodi emettitori di luce (led).
- b) **Materiali Isolanti.** Tutti i materiali isolanti impiegati nel quadro saranno non igroscopici, resistenti all'invecchiamento e non propaganti la fiamma con elevata resistenza alla scarica superficiale.
- c) **Collegamenti di Messa a Terra.** Tutte le parti metalliche costituenti il quadro dovranno essere convenientemente collegate a terra conformemente alle Norme CEI vigenti ed al D.P.R. 547. I collegamenti di messa a terra dovranno essere in rame ed avere sezioni adeguate comunque non inferiori a 16 mm<sup>2</sup>, salvo quando diversamente specificato. Tali conduttori di collegamento avranno guaine di colore giallo-verde e saranno muniti alle estremità di adatti capicorda. Le portelle del quadro saranno anch'esse connesse a massa mediante trecce flessibili. I collegamenti di terra dovranno essere individualmente connessi ad un collettore principale in piatto di rame avente sezione non inferiore a 150 mm<sup>2</sup>, corrente lungo tutto il quadro, alle estremità del quale saranno previsti opportuni bulloni in ferro zincato per l'allacciamento alla rete di terra esterna.
- d) **Arrivi ed Uscite in Cavo.** Per gli arrivi e le uscite in cavo di potenza ed ausiliari, da prevedere dal basso, sarà previsto dal Costruttore del quadro un adeguato profilato di sostegno. Il Costruttore dovrà altresì prevedere una protezione contro l'eventuale ingresso di roditori all'interno dei quadri.
- e) **Trasformatori di Misura.** Le polarità dei morsetti degli avvolgimenti primari e secondari saranno adeguatamente identificati. I trasformatori di misura utilizzati per la misura dell'energia dovranno essere muniti di un certificato di taratura rilasciato da un Ente autorizzato ed avere i coprimorsetti sigillati. La precisione dei trasformatori di misura non dovrà essere inferiore allo 0,5%.
- f) **Trasformatore per Alimentazione Circuiti Ausiliari.** Il trasformatore avrà la potenza (in VA) in servizio continuo almeno 1.25 volte la potenza assorbita a regime da tutti i carichi contemporaneamente. Inoltre, con la potenza assorbita a regime dagli altri carichi, la caduta di tensione allo spunto del carico maggiore non supererà il 10%. Se è previsto lo spunto contemporaneo di più carichi anche in queste condizioni il limite sopra indicato per la caduta di tensione non sarà superato.
- g) **Strumenti di Misura.** Gli strumenti di misura saranno di tipo incassato, a flangia quadrata 96 mm (custodia 96 UNEL 05512) e scala 250° o maggiore antiparallasse, scala nera su quadrante bianco, precisione 1% del fondo scala. In casi particolari potranno essere adottati strumenti di misura di dimensione inferiore.

I poteri d'interruzione si intendono per un numero massimo di 100.000 manovre.

E' esclusa l'adozione di relè ausiliari con bobina munita di resistenza di risparmio.

I relè proposti dovranno comunque essere approvati dal Committente.

- a) **Riscaldamento Quadro.** All'interno del quadro dovranno essere previste adeguate resistenze anticondensa con inserzione comandata a mezzo termostato; dovrà inoltre essere possibile la loro inserzione manualmente. Le resistenze dovranno essere protette contro i contatti accidentali e installate in modo da non causare incendi.
- b) **Illuminazione Quadro.** Ogni quadro sarà provvisto di un circuito per l'illuminazione interna con comando manuale.
- c) **Diciture e Targhette Indicatrici.** Opportune targhette indicatrici e di contrassegno saranno fornite e montate sulle singole partenze e sulle apparecchiature installate nel quadro. Il Costruttore prenderà accordi con il Committente per quanto riguarda il loro numero, le scritte ed il tipo. Altre prescrizioni sono contenute nel paragrafo "Targhe di identificazione".

### 22.3 Verniciatura

L'interno dei quadri, degli armadi, delle cassette dovrà essere lavorato in modo da risultare privo di sbavature e gocce di saldatura; dove necessario le saldature dovranno essere molate in modo da presentare una superficie metallica adatta per la verniciatura.

L'esterno dei quadri, armadi e cassette dovrà essere convenientemente lavorato con mola, in modo che prima della sabbiatura e stuccatura le superfici esterne si presentino piane, prive di ossidi e scaglie, e richiedano pertanto il minimo di stuccatura.

Particolare cura dovrà essere data alla finitura della superficie frontale.

Tutte le parti componenti la fornitura (esterne ed interne) dovranno essere protette con procedimenti di verniciatura eseguiti secondo quanto indicato nel capitolo "Protezioni delle Superfici" di codeste specifiche.

### Art. 23 Motori Elettrici

La fornitura dovrà essere in accordo alle Leggi Italiane, alle prescrizioni contenute in questa specifica ed alle Norme sotto elencate.

- \* Norme CEI 2-3                   Macchine elettriche rotanti - Parte 1<sup>a</sup>: Caratteristiche nominali e di funzionamento
- \* Norme CEI 2-6                   Macchine elettriche rotanti - Metodi di determinazione, mediante prove, delle perdite e del rendimento
- \* Norme CEI 2-7                   Macchine elettriche rotanti - Metodi di raffreddamento
- \* Norme CEI 2-8                   Macchine elettriche rotanti - Marcatura dei terminali e senso di rotazione
- \* Norme CEI 2-14                  Macchine elettriche rotanti - Sigle di designazione delle forme costruttive e dei tipi di installazione
- \* Norme CEI 2-15                  Macchine elettriche rotanti - Caratteristiche di avviamento dei motori asincroni trifasi a gabbia, ad una sola velocità, a 50 Hz e per tensioni di alimentazione inferiori o uguali a 660 V



- \* Norme CEI 2-16                      Classificazione dei gradi di protezione degli involucri delle macchine elettriche rotanti
- \* CEI-UNEL 13113/13123 Motori asincroni trifasi - Varie forme costruttive e livelli di protezione

I motori ed i loro accessori saranno in tutto rispondenti alle "Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro" di cui alla legge n° 51 del 12.02.1955 - Decreto Presidenziale n° 547 del 27.04.1955 e successive integrazioni e modifiche DPR 302/56, DPR 303/56, Legge 186/68, Legge 46/90, D. Lgs 626/94, DPR 459/96 in recepimento della Dir. 89/392/CEE e successive integrazioni e modifiche .

### **23.1      Tipo, Tensione, Frequenza**

I motori saranno asincroni, trifasi, con rotore a gabbia, ad unica polarità, previsti per avviamento diretto a piena tensione e per tipo di servizio continuo.

La tensione nominale sarà di 380 V o 230 V, con variazioni del  $\pm 10\%$ . La frequenza nominale sarà di 50 Hz, con variazioni comprese fra 48 Hz e 50,5 Hz.. Le variazioni di tensione e frequenza potranno essere concomitanti, ma mai opposte.

I motori saranno dimensionati per avviarsi e riaccelerare a pieno carico con una tensione pari all'80% della nominale.

### **23.2      Classe d'Isolamento e Sovratemperature Ammesse**

Gli avvolgimenti di statore dovranno avere isolamento in classe non inferiore alla classe B o F.

Le sovrature temperature stabilizzate raggiunte dagli avvolgimenti dei motori durante il loro funzionamento alla potenza nominale, in condizioni nominali, con temperatura ambiente di 40°C, non dovranno eccedere i limiti relativi alla classe di isolamento adottata.

Al termine di un periodo di tre minuti primi di funzionamento alla potenza nominale con tensione pari all'80% del valore nominale, e frequenza nominale, partendo da condizioni termiche di regime corrispondenti al servizio nominale, le sovrature temperature non dovranno superare di oltre 10°C quelle ammesse per il funzionamento in condizioni nominali.

### **23.3      Potenza**

La potenza nominale dei motori non deve essere inferiore al 120 % della potenza massima calcolata della macchina operatrice ad essa accoppiata.

### **23.4      Coppie e Corrente di Avviamento**

Per tutte le velocità fino alla velocità corrispondente alla coppia massima, la coppia motrice, a tensione e frequenza nominali, dovrà essere uguale ad almeno due volte la coppia resistente.

La coppia massima non sarà maggiore di 2,4 volte la coppia nominale.

La corrente di spunto a tensione e frequenza nominali, non dovrà essere superiore a sei volte la corrente nominale.

### 23.5 Avviamenti e Commutazioni

I motori dovranno poter sopportare senza danneggiamenti e senza superare le sovratemperature ammesse dalle Norme, i seguenti cicli di avviamento eseguiti con tensione, frequenza e carico nominali, e dovranno poter continuare a funzionare per tempo indefinito, a pieno carico, al termine di ogni ciclo:

- tre avviamenti consecutivi, partendo da motore a regime in condizioni nominali;
- cinque avviamenti consecutivi partendo da motore fermo, alla temperatura ambientale. (I riavviamenti debbono iniziare quando il motore in rallentamento ha raggiunto il 20% della velocità nominale).

I motori dovranno sopportare senza danneggiamenti le sollecitazioni dovute a trasferimento dell'alimentazione da una sorgente ad un'altra, eseguito da un apposito commutatore automatico, nell'ipotesi che le tensioni ai morsetti prima e dopo il trasferimento siano pari al 100% del valore nominale e tra loro in opposizione di fase.

### 23.6 Vibrazioni e Rumore

Le vibrazioni dovranno avere valore di cresta della velocità sinusoidale equivalente non superiore a quelli qui di seguito riportati:

- Altezza d'Asse mm 132 160/225 250
- Valore di cresta mm/s 2.5 4 6.3

Il livello globale ponderato di pressione sonora non dovrà risultare superiore a 83dB (A) (tolleranza +2dB).

### 23.7 Caratteristiche Costruttive

- Senso di Rotazione.** I motori dovranno poter funzionare indifferentemente in entrambi i sensi di rotazione. Possono far eccezione i motori a due poli, i quali potranno avere un senso di rotazione preferenziale al solo fine di soddisfare le prescrizioni relative alla rumorosità
- Forma Costruttiva, Grado di Protezione, Raffreddamento.** I motori saranno autoventilati, raffreddati ad aria. I motori dovranno avere grado di protezione non inferiore al IP44 secondo UNEL. I motori per installazione all'esterno dovranno avere grado di protezione non inferiore al IP45 e dovranno essere adatti a funzionare in atmosfera industriale contenente polvere. I motori con potenza nominale inferiore o uguali a 50 kW dovranno essere scelti nella serie MEC di produzione normale rispondenti alle Tabelle UNEL. Qualora la forma costruttiva (motore privo di uno scudo, doppia estremità d'albero etc.) dei motori impiegati non rientrasse tra quelli previsti nella serie UNEL-MEC, saranno ammessi motori di serie diversa purché rispondenti alle prescrizioni precisate nel capitolo precedente. I motori con potenza nominale superiore a 50 kW dovranno avere grandezze e forme costruttive scelte tra quelle previste nelle tabelle UNEL.
- Cuscinetti e Lubrificazione.** I cuscinetti di tipo a strisciamento, autolubrificati, dovranno essere adatti a funzionare per almeno 20.000 ore senza necessità di sostituzione. I cu-

scinetti a rotolamento dovranno essere dimensionati per un funzionamento di almeno 100.000 ore, senza necessità di sostituzione. Gli intervalli di lubrificazione dovranno essere non inferiori a dodici mesi e comunque in accordo con gli eventuali maggiori tempi di manutenzione previsti per l'intero sistema di cui il motore farà parte. I cuscinetti dei motori ad asse verticale saranno progettati d'accordo con i costruttori delle macchine azionate. Nel caso in cui sia previsto un solo cuscinetto di spinta per il motore e per la macchina azionata, preferibilmente questo sarà posto nella parte superiore del motore e sarà di tipo combinato.

- d) **Morsetti.** La scatola morsetti avrà grado di protezione IP55, o comunque non inferiore a quello del motore. Sarà di tipo orientabile a gradini di 90°, con uscita cavi sia dall'alto che dal basso. L'attacco per il conduttore di messa a terra dovrà essere al di fuori della scatola morsetti. Le dimensioni della scatola morsetti dovranno essere sottoposte all'approvazione del Committente.
- e) **Accessori.** Tutti i motori dovranno avere un morsetto di connessione a terra della carcassa. I motori dovranno essere completi di piastre e bulloni di fondazione, se distinti dal telaio della macchina operatrice; di bulloneria di fissaggio alla piastra di fondazione in caso contrario. I motori dovranno essere completi dei seguenti accessori, con relativi collegamenti e morsettiere terminali:
- resistenza anticondensa alimentata a 230 V c.a. monofase, per motori di potenza uguale o maggiore a 0.5 kW
  - termoresistenze al platino 100 ohm a 0°C, alloggiato nell'avvolgimento di statore, per motori di potenza uguale o maggiore a 15 kW
  - termorilevatori inseriti nei punti considerati più caldi dell'avvolgimento da utilizzare per la protezione motore per motori di potenza uguale o maggiore a 15 kW

Le resistenze anticondensa, le termoresistenze o termorilevatori avranno morsettiere proprie, contenute in una scatola avente grado di protezione non inferiore a quello della scatola morsetti principale del motore, munita di foro filettato con filettatura UNI 339.

La targa dei motori sarà conforme alle norme CEI 2-3 e dovrà riportare il codice alfanumerico d'identificazione.

I motori saranno completi di golfari di sollevamento e di attrezzi speciali per montaggio e manutenzione.

### 23.8 Prove e Collaudi

Le prove di cui al presente capitolo si intendono suddivise nelle seguenti categorie:

- prove di tipo e speciali,
- prove in sito,

e saranno eseguite come qui di seguito indicato.

- a) **Prove di Tipo e Speciali.** Per quanto riguarda le prove di tipo o speciali l'Appaltatore dovrà fornire certificati rilasciati da un laboratorio ufficiale
- b) **Prove in Sito.** A montaggio ultimato, verranno eseguite tutte le prove preliminari alla

messa in servizio dei motori, ed in particolare:

- misura della resistenza di isolamento degli avvolgimenti;
- misura della resistenza di isolamento di tutte le apparecchiature ausiliarie elettriche;
- controllo dei collegamenti di terra;

Alla messa in servizio verranno eseguite tutte le prove necessarie per completare il collaudo dei motori allo scopo di verificare il comportamento generale di ciascun motore accoppiato con la macchina operatrice con particolare riguardo al riscaldamento, alla ventilazione, alle vibrazioni, al comportamento nei riguardi delle sollecitazioni derivanti da avviamenti ripetuti e da commutazione della fonte di alimentazione.

### **23.9 Norme di Riferimento**

Per quanto non in contrasto con la presente Specifica, i motori dovranno essere conformi alle Norme CEI.

### **Art. 24 Cavi ed Accessori di Bassa Tensione**

L'Appaltatore deve fornire ed installare, dentro dei limiti di fornitura, i cavi a bassa tensione di controllo e di potenza, le passerelle, i supporti, scatole di derivazione, conduit di acciaio e relativi accoppiamenti filettati, conduit flessibili, staffe, bulloni di fissaggio, giunzioni dei cavi, segni di identificazione e i sezionatori locali lucchettabili da installare su ogni alimentazione di motori elettrici non installati all'interno del locale ove presente il quadro di comando. La lunghezza ed il tipo dei cavi di controllo e di potenza devono essere in accordo con le caratteristiche dei dispositivi collegati e con la lunghezza risultante nei Disegni di Appalto.

La disposizione dei cavi deve essere fatta in modo da massimizzare la disponibilità di punti di connessione e da limitare i danni dovuti ai guasti.

Dovranno essere usati cavi separati per:

- controlli e blocchi in corrente continua
- indicatori di posizione ed allarmi
- circuiti di potenza in corrente alternata
- circuiti di potenza in corrente continua

I cavi di controllo devono essere separati fisicamente dai cavi di potenza. Devono essere usati cavi schermati quando esiste il rischio di interferenze induttive.

Devono essere prese precauzioni contro la propagazione di incendi. I cavi devono essere rivestiti con isolanti ignifughi.

Tutti gli equipaggiamenti devono essere completamente cablati. Quelli eventualmente non utilizzati devono essere terminati alle morsettiere principali.

Il numero di tipi e sezioni di cavo usati deve essere minimo. I cavi a conduttori multipli per allarme e controllo devono avere una sezione minima di 1.5 mm<sup>2</sup>, mentre la sezione dei cavi singoli di potenza non deve essere minore di 2.5 mm<sup>2</sup>.

I conduttori devono essere in rame; l'isolamento dei cavi di controllo deve essere di PVC od

altro materiale approvato.

I cavi di potenza devono essere isolati in gomma etilpropilenica (EPR).

Nei cavi a conduttori multipli deve essere usato un codice a colori per l'identificazione dei singoli cavetti. Nei cablaggi esterni di controllo deve essere lasciato come riserva almeno il 5% dei conduttori, con il minimo di due per cavi con più di dieci conduttori.

Devono essere prese precauzioni contro i possibili danni dovuti a roditori, proteggendo i cavi in maniera opportuna.

L'Appaltatore dovrà inviare per approvazione i dati dei cavi scelti, la lista cavi e i diagrammi schematici e di cablaggio, con indicate le morsettiere.

## **Art. 25 Strumenti per Misure Fisiche e Meccaniche**

Gli strumenti devono essere del tipo ad ampia scala (almeno 210 gradi), del tipo antiparallasse, con quadranti a fondo bianco, lettere e lancetta nere. Il valore di fondo scala deve essere almeno il 20% maggiore del valore massimo normale.

Gli strumenti devono essere a prova di vibrazioni. I valori normali od il campo di funzionamento devono essere marcati in rosso.

Gli strumenti da quadro installati sullo stesso pannello devono essere simili tra di loro e raggruppati per quanto possibile.

La precisione dello strumento, il quadrante e l'ampiezza delle scale devono essere secondo le Norme.

La minima approssimazione di ogni misura dovrà essere 1%.

### **25.1 Termometri**

I termometri devono essere del tipo a bulbo con quadrante. La precisione non deve essere inferiore al 1%. Il tubo flessibile dal bulbo al quadrante deve essere in un pezzo solo, di acciaio inossidabile compensato e armato. Deve essere installato in modo da permettere una facile rimozione.

I termometri possono avere contatti per protezione o segnalazione, con capacità di 0.8 A a 230 V. Il quadrante deve avere un diametro non inferiore a 100 mm.

### **25.2 Manometri**

I manometri devono avere la cassa di bronzo od alluminio, con connessioni filettate e movimento in acciaio inossidabile. Devono essere previsti rubinetti di sezionamento, spurgo d'aria e ammortizzatore di pressione.

La precisione non deve essere minore del 1%. Ogni manometro deve essere munito di dispositivo di azzeramento micrometrico. I manometri possono avere contatti elettrici per protezione o segnalazione, con capacità di 0.8 A a 230 V. Il diametro dei manometri non deve essere minore di 100 mm.

### **25.3 Termostati**

I termostati devono essere del tipo a bulbo e devono possedere due serie di contatti regolabili

con continuità ed indipendentemente in un campo adeguato, comunque non inferiore al 40% della temperatura nominale di azionamento. Una serie di contatti deve essere usata per allarme ed una per blocco. I contatti possono essere del tipo metallico od a mercurio, con capacità di 0.8 A a 230 V.

#### **25.4 Pressostati**

I pressostati devono essere del tipo a soffiutto e devono possedere due serie di contatti regolabili con continuità ed indipendentemente in un campo adeguato, comunque non inferiore al 40% della pressione nominale di azionamento (sia assoluta sia differenziale). Una serie di contatti deve essere usata per allarme ed una per blocco. I contatti possono essere del tipo metallico od a mercurio, con capacità di 0.8 A a 230 V.

#### **25.5 Rilevatori di Livello**

I rilevatori di livello devono essere del tipo a ultrasuoni a microprocessore con sensore elettroacustico in esecuzione separata (sensore separato dall'elettronica). Ogni sensore deve essere dotato di una sonda di temperatura per la compensazione dell'influsso termico sul tempo di propagazione. I dati di misura e le informazioni di temperatura passeranno attraverso un cavo di collegamento coassiale. L'elettronica centrale trasforma questo intervallo di tempo in diversi valori di elaborazione proporzionali alla sua durata. I risultati saranno indicati sul display dell'apparecchio e saranno disponibili come uscite in corrente e uscite a relè. Tutti i processi di taratura, le ottimizzazioni dei sensori ecc. devono essere programmabili direttamente nell'elettronica centrale tramite una tastiera che sarà inclusa nella fornitura. Per ogni rilevatore di livello deve essere possibile impostare almeno tre differenti livelli di controllo.

#### **25.6 Interruttori di Fine Corsa**

Devono essere usati per chiusura ed apertura di circuiti ausiliari. Devono essere adatti per uso all'aperto e devono avere almeno un contatto di chiusura ed uno di apertura.

Devono essere del tipo per servizio pesante e sopportare almeno 1000 cicli/ora nelle condizioni nominali di corrente.

La capacità di apertura dei contatti deve essere di 2 A e quella di chiusura di 20 A; la capacità nominale deve essere di 5 A.

I contatti devono essere di argento massiccio o di lega speciale.

### **Art. 26 Indicazioni a Distanza**

Per le indicazioni a distanza l'Appaltatore deve fornire l'elemento indicatore ed il trasduttore secondo le prescrizioni seguenti.

L'alimentazione degli strumenti sarà esclusivamente a 24 V c.a.. Le misure dovranno rimanere disponibili a distanza e nel locale strumentazioni in caso di mancanza di corrente alternata.

#### **26.1 Elementi Primari**

Gli elementi primari devono essere:

- a) **Misure di Livello.** Le misure di livello devono essere fatte per mezzo di sensori ad ultrasuoni. L'errore totale di misura non deve essere superiore al 1%.
- b) **Misure di Temperatura.** Devono essere usate delle termoresistenze, del tipo PT 100. Il collegamento fra la resistenza e lo strumento deve essere fatto con tre fili.

## **26.2     Trasduttori**

I trasduttori devono essere del tipo elettronico, con un segnale in uscita di 4-20 mA c.c..

Il valore medio efficace del rumore di fondo deve essere minore del 1%.

Il segnale in uscita deve essere limitato a non più di 10 mA anche quando il segnale in entrata supera il 200% del valore nominale.

La variazione della corrente in uscita per variazioni della temperatura di funzionamento da 20° a 50°C non deve superare  $\pm 0.1\%$  per ogni grado.

Ogni trasduttore deve poter funzionare entro un campo di impedenza del carico tra 0 e 500 ohm, senza necessità di regolazioni del segnale in uscita. Deve essere prevista la regolazione della corrente in uscita in un campo di  $\pm 2\%$  per compensare errori dell'elemento primario.

La corrente in uscita deve essere proporzionale al segnale in ingresso con una precisione di  $\pm 0.5\%$  lungo tutto il campo di misura, in condizioni e temperatura nominali.

Il trasduttore e la relativa alimentazione devono essere insensibili a perturbazioni di tensione o altri transitori della linea.

I cavi in uscita fino al terminale principale devono essere schermati.

L'Appaltatore deve fornire tutta la rete necessaria ad alimentare i trasduttori, completa di connessioni, cavi ed altri accessori. necessari per il corretto funzionamento.

## **Art. 27   Terre rinforzate con geogriglie**

Strutture di sostegno o sottoscarpa con paramento inclinato in funzione delle esigenze progettuali (ca 65°) eseguite con la tecnologia dei terrapieni rinforzati con geogriglie estruse monolitiche a giunzione integrale al 100% 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 sono contenute da un cassero di guida e di appoggio "a perdere" in rete elettrosaldata e rivestite internamente in facciata da un Feltro vegetativo preseminato antierosivo.

### **27.1     Materiali**

Le geogriglie, 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, deve essere non inferiore ai valori di seguito riportati per le varie classi di altezza:

da 45 kN/m per altezze fino a 3,00 m;

Cassero di guida e di appoggio "a perdere", realizzato mediante piegatura meccanica di un foglio di rete elettrosaldata ( $\varnothing$  8mm maglia 15x15cm) corredato di Tiranti e Picchetti.

Feltro vegetativo preseminato.

Normativa 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

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

## **Art. 28 Sottofondi stradali**

### **28.1 Materiali per ossatura e massicciate stradali**

Dovranno essere scelti tra quelli più duri, compatti, tenaci e resistenti, di fiume o di cava, con resistenza a compressione non inferiore A 1.500 Kg./cm<sup>2</sup> e resistenza all'usura non inferiore ai 2/3 del granito di S. Fedelino; dovranno essere assolutamente privi di polvere, materie terrose o fangose e di qualsiasi altra impurità.

### **28.2 Materiali per fondazioni stradali in stabilizzato**

Caratteristiche

Il materiale da impiegarsi sarà costituito da pietrisco o ghiaia, pietrischetto o ghiaietto, grani-  
glia, sabbia, limo ed argilla derivati da depositi alluvionali, dal letto dei fiumi, da cave di ma-  
teriali litici (detriti) e da frantumazione di materiale lapideo. A titolo di base per lo studio del-  
la curva granulometrica definita, si prescrive la tabella seguente:

| <b>TIPO DEL VAGLIO</b> | <b>PERCENTUALE IN PESO DEL<br/>PASSANTE PER IL VAGLIO<br/>A FIANCO SEGNATO</b> |
|------------------------|--|
| 3"                     | 100 -  |
| 2"                     | 65 - 100   |
| 1"                     | 45 - 75  |
| 3/8"                   | 30 - 60  |
| n° 4 ASTM              | 25 - 50  |
| n° 10 ASTM             | 20 - 40  |
| n° 40 ASTM             | 10 - 25  |
| n° 200 ASTM            | 3 - 10   |

Le altre caratteristiche del misto granulometrico dovranno essere le seguenti:



- Indice di plasticità = 6%
- Limite di liquidità = 25%
- C.B.R. post-saturazione = 50% a mm. 2,5 di penetrazione
- Rigonfiabilità = 1% del volume

Il costipamento dovrà raggiungere una densità di almeno il 95% di quella ottenuta con la prova AASHTO "Standard" e la percentuale dei vuoti d'aria, un valore inferiore o uguale a quello relativo alla suddetta densità. Gli strati in suolo stabilizzato non dovranno essere messi in opera durante periodi di gelo o su sottofondi a umidità superiore a quella di costipamento e gelati, nè durante periodi di pioggia e neve. La fondazione dopo la compattazione avrà lo spessore di progetto e sarà costruita a strati di spessore variabile da cm. 10 a 20 a costipamento avvenuto a seconda delle caratteristiche delle macchine costipanti usate.

#### Pietra per sottofondi

La pietra per sottofondi dovrà provenire da cave e dovrà essere fornita nella pezzatura non inferiore a cm. 15 cm. 18, cm. 20; se fornita in pezzatura superiore dovrà essere dimezzata durante la posa, Dovrà essere delle migliori qualità, di forte coesione e di costante omogeneità; sarà scartata inderogabilmente tutta quella proveniente da cappellaccio o quella prossima a venature di infiltramento.

#### Ghiaia in natura

La ghiaia in natura per intasamento dell'ossatura o ricarichi dovrà essere costituita da elementi ovoidali esclusi in modo assoluto quelli lamellari, in pezzatura da cm. 1 a cm. 5 ben assortita, potrà contenere sabbia nella misura non superiore al 20%. Dovrà essere prelevata in banchi sommersi ed essere esente da materie terrose e fangose.

#### Pietrisco

Il pietrisco dovrà provenire da frantumazione di ciottoli di fiume o di pietra calcarea di cave di pari resistenza; i ciottoli o la pietra dovranno avere grossezza sufficiente affinché ogni elemento del pietrisco presenti almeno tre facce di frattura e risulti di dimensioni da cm. 4 a cm. 7. La frantumazione dei ciottoli o della pietra potrà venire effettuata sia a mano che meccanicamente e seguita da vagliatura, onde selezionare le granulazioni più idonee a formare una pezzatura varia da cm 4 a cm 7 e nella quale il volume dei vuoti risulti ridotto al minimo. Al riguardo dovranno osservarsi esattamente le disposizioni che verranno impartite all'atto esecutivo dalla Direzione dei Lavori. Il pietrisco dovrà essere assolutamente privo di piastrelle o frammenti di piastrelle e da materie polverulente provenienti dalla frantumazione.

#### Pietrischetto o granisello

Il pietrischetto e la graniglia dovranno provenire da frantumazione di materiale idoneo e saranno esclusivamente formati da elementi assortiti di forma poliedrica e con spigoli vivi e taglienti le cui dimensioni saranno tra i mm. 5 e i mm. 20. Saranno senz'altro rifiutati il pietrischetto e la graniglia ad elementi lamellari e scagliosi. Detto materiale dovrà essere opportu-

namente vagliato, in guisa di assicurare che le dimensioni dei singoli elementi siano quelle prescritte e dovrà risultare completamente scevro da materiali polverulenti provenienti dalla frantumazione.

## **Art. 29 Pavimentazioni stradali**

### **29.1 Detrito di cava o tout-venant di cava o di frantoio**

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

Per gli strati superiori si farà ricorso a materiali lapidei dei più duri, tali da assicurare la minima percentuale di vuoti; il potere legante del materiale non dovrà essere inferiore a 30; la dimensione massima degli aggregati non dovrà superare i 6 cm.

### **29.2 Leganti bituminosi**

I leganti bituminosi dovranno rispondere alle norme e condizioni per l'accettazione dei materiali stradali:

#### **Bitume**

Il bitume dovrà provenire dalla distillazione dei petroli o da asfalto tipo "TRINIDAD"; dovrà inoltre corrispondere alle seguenti caratteristiche:

- 1) solubilità in solfuro di carbonio, almeno 99%;
- 2) peso specifico a 25/25 °C maggiore di 1,;
- 3) penetrazione Dow a 25 °C, minimo 100 dmm.;
- 4) punto di rammollimento (metodo "palla e anello") non inf. a 38 °C;
- 5) perdita in peso per riscaldamento a 163 °C per 5 ore, al massimo il 2%;
- 6) contenuto massimo di paraffina 2,5%.

Ove la fornitura del bitume sia fatta in fusti o in altri recipienti analoghi, per il prelevamento dei campioni verrà scelto almeno un fusto o un recipiente su ogni cinquanta. Da ciascuno dei fusti scelti e qualora il materiale trovasi liquescendo dovrà prelevarsi un decilitro cubo, avendo cura che il contenuto sia reso preventivamente omogeneo. I prelevamenti così fatti saranno assunti come rappresentativi del contenuto del gruppo di recipienti ai quali si riferiscono.

Qualora invece il materiale trovasi allo stato pastoso, si dovrà prelevare per ciascun fusto un campione di peso non inferiore a kg. 1.

Il materiale di cui sopra dovrà essere fornito in cantiere in tempo utile affinché possano essere

eseguite le prove prima della bitumatura.

#### Emulsione bituminosa

L'emulsione bituminosa per le prime mani dovrà corrispondere alle seguenti caratteristiche:

- a) contenuto in peso di bitume puro, minimo 50%;
- b) contenuto in peso di emulsivo secco e di stabilizzante, massimo 1,50%;
- c) omogeneità residuo, massimo 0,50%;
- d) stabilità a 7 giorni, massimo 0,10%;
- e) sedimentazione non più di mm. 6 dopo 3 giorni, non più di mm. 12 dopo 7 giorni;
- f) stabilità al gelo residuo, 0,50%;
- g) viscosità Engler a 20 °C non meno di 5.

Per i prelievi dei campioni ci si atterrà alle norme per le prove dell'emulsione.

#### Pietrischetto bitumato

Il pietrischetto bitumato sarà ottenuto con l'impasto di pietrischetto preventivamente vagliato e bitume puro in ragione almeno di 60 kg. per mc. di pietrischetto. Il pietrischetto da impiegarsi dovrà essere perfettamente asciutto e il bitume dovrà essere riscaldato alla temperatura da 150 °C a 180 °C.

La miscela dovrà essere effettuata nelle ore più calde, sopra superfici dure perfettamente pulite ed esposte al sole. Il pietrischetto bitumato dovrà essere fornito e misurato a piè d'opera su camion, escluse per le pavimentazioni dei marciapiedi in cui verrà misurato a mq. ad opera finita.

### **29.3 Costruzione di tappeti sottili in conglomerato bituminoso**

#### Struttura del rivestimento

Il tappeto sarà costituito da una manto sottile di conglomerato bituminoso formato e posto in opera su massicciata bitumata come si specifica di seguito.

#### Formazione del conglomerato bituminoso

L'aggregato grosso da impiegare per la formazione del conglomerato bituminoso formato e posto in opera su massicciata bitumata come si specifica di seguito.

L'aggregato fine da impiegare per la formazione del conglomerato dovrà essere costituito da sabbia di frantoio o sabbia di fiume, essenzialmente silicee e vive, pulite e praticamente esenti da argilla, terriccio, polvere e da altre materie estranee per una percentuale in peso del 34%.

L'additivo minerale (filler) da usarsi per il conglomerato sarà costituito da calce idraulica o da polvere di rocce calcaree finemente macinate per una percentuale di peso del 6%.

Bitume - Il bitume da usare per la formazione del conglomerato sarà del tipo penn. 80/100 per una percentuale in peso del 6%.

#### Emulsione di bitume

L'emulsione da impiegarsi per trattamento preliminare della massicciata dovrà essere del tipo al 50% di bitume nella misura di 0,700 Kg. al mq.

L'aggregato dovrà essere riscaldato con essiccatore del tipo a tamburo munito di ventilatore e dovrà essere portato alla temperatura di almeno 120 °C senza superare i 150 °C.

Il bitume all'atto della miscela dovrà essere a sua volta riscaldato ad una temperatura compresa tra 140 °C e 160 °C. Alla formazione del conglomerato l'Impresa dovrà provvedere con una impastatrice meccanica del tipo adatto ed approvato dalla Direzione dei Lavori la quale consenta la dosatura a peso con bilance munite di grandi quadranti di tutti i componenti e assicuri la regolarità e uniformità degli impasti; dovrà inoltre essere munita di termometri per il controllo delle temperature.

## **Art. 30 Pavimentazioni lapidee**

### **30.1 Pavimentazioni in masselli autobloccanti**

Le pavimentazioni in masselli autobloccanti verranno realizzate con le caratteristiche di cui agli artt. 3/3 e 3/12/ a,b,c dell'allegato A alla deliberazione della Giunta Comunale n. 164/01.

Sul sottofondo come sopra realizzato si dovrà procedere alla realizzazione delle pavimentazioni in masselli autobloccanti di calcestruzzo con la posa dello strato di allettamento di 4 cm. di spessore costituito da sabbia.

La sabbia dovrà essere di granulometria piuttosto grossa (0-4mm.) pulita e priva di parti terrose. Dovranno essere evitate, pertanto, le sabbie fini o che contengono limo, in quanto non forniscono la necessaria resistenza meccanica agli elementi della pavimentazione.

La sabbia di allettamento dovrà inoltre, essere scevra da qualsiasi elemento estraneo ad essa che potrebbe alterarne la funzione.

Si effettuerà quindi la posa delle marmette autobloccanti in calcestruzzo cementizio ad alta resistenza (500 Kg/cmq.) per esterni dello spessore di 8 cm. secondo le geometrie indicate dalla direzione lavori. Terminata la posa in opera delle marmette e dopo aver proceduto a colmare, con l'ausilio di appositi spazzoloni, tutti gli spazi tra un elemento e l'altro con la stesura di uno strato superiore di sabbia, si procederà alla cosiddetta battitura consistente nella compressione degli elementi nello strato di allettamento fino al raggiungimento della loro posizione definitiva.

La compressione si otterrà tramite l'uso di piastre vibranti di adeguate dimensioni e peso. Non dovranno essere utilizzati rulli poiché essi non comprimono adeguatamente le marmette.

La piastra vibrante dovrà procedere linearmente preceduta da un getto d'acqua controllato che renderà più morbido lo strato di allettamento e faciliterà il compattamento uniforme degli autobloccanti.

La pavimentazione dovrà subire almeno due passaggi in un senso e due in senso ortogonale al primo in consecuzione e alternati.

Nel caso in cui durante la battitura si evidenziassero eventuali difetti di posa bisognerà porvi rimedio tempestivamente.

Successivamente si procederà alla sigillatura degli interstizi creatisi tra i vari elementi mediante con la stesa, sempre con l'ausilio di appositi spazzoloni, di sabbia sino a creare un velo

a copertura della pavimentazione.

A distanza di qualche giorno tale operazione verrà ripetuta tramite getto d'acqua controllato.

La pavimentazione in masselli autobloccanti di cls sarà valutata per la superficie netta compresa tra i cordoli di contenimento.

### **30.2 Pavimentazione in misto frantumato (stabilizzato)**

Nelle zone di fianco alle recinzioni nel tratto sud del viale, sarà steso uno strato di 5 cm. di misto granulare frantumato (stabilizzato) composto di ghiaia, ghiaietto e sabbia, con correzione del fuso granulometrico mediante miscelazione con almeno il 30 % di materiale lapideo frantumato delle dimensioni di 10-15 mm.

La pavimentazione in misto frantumato (stabilizzato) sarà valutata in base al volume di inerte risultante dalla superficie netta, compresa tra i cordoli di contenimento ed i muretti delle recinzioni private, per uno spessore uniforme di cm. 5.

### **Art. 31 Canalette prefabbricate**

Le canalette prefabbricate dovranno essere in cemento armato vibrato secondo i tipi di progetto.

Le canalette di tipo "A" dovranno avere uno spessore minimo non inferiore a cm 14 per le parti laterali ed a cm 15 per il fondo.

Le canalette di tipo "B" dovranno avere uno spessore minimo non inferiore a cm 11 per le parti laterali e per il fondo.

Il calcestruzzo utilizzato dovrà essere caratterizzato da una resistenza caratteristica cubica  $\geq 25 \text{ N/mm}^2$ . La granulometria degli inerti dovrà garantire una distribuzione a fuso ben chiuso con diametro massimo passante al vaglio da 10 mm.

Sarà consentito l'uso di additivi chimici di tipo fluidificante ed impermeabilizzante. Il manufatto prefabbricato dovrà garantire l'assoluta impermeabilità all'acqua ( $K \leq 10^{-7} \text{ cm/s}$ ) e l'assoluta assenza di vespai o qualsiasi tipo di discontinuità o imperfezione.

Le superfici sia esterne che interne dovranno essere perfettamente lisce con assenza di qualsiasi tipo di asperità o rugosità. Il cassero di prefabbricazione sarà obbligatoriamente di tipo metallico o plastico.

L'Amministrazione potrà, in qualsiasi momento, chiedere la sostituzione di quegli elementi prefabbricati che non rispondono, anche visivamente, alle caratteristiche richieste.

I manufatti prefabbricati dovranno essere dotati di giunto ad incastro tipo maschio/femmina la cui battuta sarà impermeabilizzata da una guarnizione in gomma di tipo alveolare in neoprene o materiale analogo.

Il produttore dovrà fornire certificazione circa:

1. tipo di cemento utilizzato, rapporto A/C e fuso granulometrico;
2. resistenza caratteristica cubica del calcestruzzo utilizzato;
3. resistenza a trazione del ferro d'armatura usato;
4. Grado d'impermeabilità del manufatto dal quale si evinca un coefficiente di filtrazione  $\leq$

$10^{-7}$  cm/s in situazione di canaletta sospesa piena d'acqua;

5. lo schema delle armature utilizzate;
6. l'idoneità della canaletta prefabbricata a resistere a fusione e taglio (appoggiata agli estremi) ad un carico uniformemente distribuito pari a quello del suo contenuto idrico massimo.

Oltre alle certificazioni di cui sopra, il produttore dovrà consentire, in qualsiasi momento, l'esecuzione delle prove atte alla verifica delle caratteristiche richieste presso il proprio stabilimento o laboratori esterni.

## **Art. 32 Opere di ingegneria naturalistica**

### **32.1 Materiale agrario**

Per materiale agrario si intende tutto il materiale usato negli specifici lavori di agricoltura, vivaismo e giardinaggio (es. terreni e substrati di coltivazione, concimi, fitofarmaci, tutori, ecc.), necessario alla messa a dimora, alla cura e manutenzione delle piante occorrenti per la sistemazione.

L'Impresa prima di effettuare il riporto della terra di coltivo dovrà accertarne la qualità per sottoporla all'approvazione della Direzione Lavori. L'Impresa dovrà disporre a proprie spese l'esecuzione delle analisi di laboratorio, per ogni tipo di suolo. Le analisi dovranno essere eseguite, salvo quanto diversamente disposto dal presente Disciplinare, secondo i metodi ed i parametri normalizzati di analisi del suolo, pubblicati dalla società Italiana della Scienza del Suolo S.I.S.S.

La terra di coltivo riportata dovrà essere priva di pietre, tronchi, rami, radici e loro parti, che possano ostacolare le lavorazioni agronomiche del terreno dopo la posa in opera, e chimicamente neutra (pH 6,5-7).

Con substrati di coltivazione si intendono materiali di origine minerale e/o vegetale utilizzati singolarmente o miscelati in proporzioni note per impieghi particolari e per ottenere un ambiente di crescita adatto alle diverse specie che si vogliono mettere a dimora. Per i substrati imballati le confezioni dovranno riportare quantità, tipo e caratteristiche del contenuto.

I concimi minerali, organici, misti e complessi da impiegare dovranno avere titolo dichiarato secondo le vigenti disposizioni di legge ed essere forniti nell'involucro originale della fabbrica, fatta esclusione per i letami, per i quali saranno valutate di volta in volta qualità e provenienza.

Per fissare al suolo gli alberi e gli arbusti di rilevanti dimensioni, l'Impresa dovrà fornire pali di sostegno (tutori) adeguati per numero, diametro ed altezza alle dimensioni delle piante, su indicazione della Direzione Lavori. I tutori dovranno essere di legno industrialmente preimpregnati di sostanze imputrescibili.

L'acqua da utilizzare per l'innaffiamento e la manutenzione, non dovrà contenere sostanze inquinanti e sali nocivi oltre i limiti di tolleranza di fitotossicità relativa.

## 32.2 Materiale vegetale

Per materiale vegetale si intende tutto il materiale vivo (alberi, arbusti, tappezzanti, sementi, ecc.) occorrente per l'esecuzione del lavoro. Questo materiale dovrà provenire da ditte appositamente autorizzate ai sensi delle leggi 18/6/1931 n. 987 e 22/5/1973 n. 269 e successive modificazioni e integrazioni. L'Impresa dovrà dichiararne la provenienza alla Direzione Lavori.

Le piante dovranno essere etichettate singolarmente o per gruppi omogenei per mezzo di cartellini di materiale resistente alle intemperie sui quali sia stata riportata, in modo leggibile e indelebile, la denominazione botanica (genere, specie, varietà, cultivar) del gruppo cui si riferiscono.

Le caratteristiche con le quali le piante dovranno essere fornite (densità e forma della chioma, presenza e numero di ramificazioni, sistema di preparazione dell'apparato radicale, ecc.) sono precisate nelle specifiche allegate al progetto o indicate nell'Elenco Prezzi e nelle successive voci particolari.

Gli alberi dovranno presentare portamento e dimensioni rispondenti alle caratteristiche richieste dal progetto e tipici della specie, della varietà e della età al momento della loro messa a dimora. Gli alberi dovranno essere stati specificatamente allevati per il tipo di impiego previsto (es. alberate stradali, filari, esemplari isolati o gruppi, ecc.).

In particolare il fusto e le branche principali dovranno essere esenti da deformazioni, capitozzature, ferite di qualsiasi origine e tipo, grosse cicatrici o segni conseguenti ad urti, grandine, scortecciamenti, legature, ustioni da sole, cause meccaniche in genere.

La chioma, salvo quanto diversamente richiesto, dovrà essere ben ramificata, uniforme ed equilibrata per simmetria e distribuzione delle branche principali e secondarie all'interno della stessa.

L'apparato radicale dovrà presentarsi ben accestito, ricco di piccole ramificazioni e di radici capillari fresche e sane e privo di tagli di diametro maggiore di un centimetro. Gli alberi dovranno essere normalmente forniti in contenitore o in zolla; a seconda delle esigenze tecniche o della richiesta potranno essere eventualmente consegnati a radice nuda soltanto quelli a foglia decidua, purché di giovane età e di limitate dimensioni.

Gli alberi dovranno corrispondere alle richieste del progetto e dell'Elenco Prezzi secondo quanto segue:

- altezza dell'albero: distanza che intercorre fra il colletto e il punto più alto della chioma;
- altezza di impalcatura: distanza intercorrente fra il colletto e il punto di inserzione al fusto della branca principale più vicina;
- circonferenza del fusto: misurata a un metro dal colletto (non saranno ammesse sottomisure salvo accettazione della Direzione Lavori);
- diametro della chioma: dimensione rilevata in corrispondenza della prima impalcatura per le conifere, a due terzi dell'altezza totale per tutti gli altri alberi.

## Piante esemplari

Con il termine “piante esemplari” si intende far riferimento ad alberi di grandi dimensioni che somigliano, per forma e portamento, agli individui delle stesse specie cresciuti liberamente, e quindi con particolare valore ornamentale.

## Arbusti e cespugli

Arbusti e cespugli, qualunque siano le caratteristiche specifiche (a foglia decidua o sempreverdi), anche se riprodotti per via agamica, non dovranno avere portamento “filato” dovranno possedere un minimo di tre ramificazioni alla base e presentarsi dell’altezza prescritta in progetto o in Elenco Prezzi, proporzionata al diametro della chioma e a quello del fusto.

L’Impresa dovrà fornire sementi selezionate e rispondenti esattamente a genere, specie e varietà richieste, sempre nelle confezioni originali sigillate munite di certificato di identità ed autenticità con l’indicazione del grado di purezza e di germinabilità e della data di confezionamento e di scadenza stabiliti dalle leggi vigenti.

Nel caso che per le esigenze della sistemazione fosse richiesto il rapido inerbimento delle superfici a prato (pronto effetto) oppure si intendesse procedere alla costituzione del tappeto erboso per propagazione di essenze prative stolonifere, l’Impresa dovrà fornire zolle e/o strisce erbose costituite con le specie prative richieste nelle specifiche di progetto (es. cotica naturale, miscuglio di graminacee e leguminose, prato monospecie, ecc.).

Prima di procedere alla fornitura, l’Impresa dovrà sottoporre all’approvazione della Direzione Lavori campioni del materiale che intende fornire; analogamente, nel caso fosse richiesta la cotica naturale, l’Impresa dovrà prelevare le zolle soltanto da luoghi approvati dalla Direzione Lavori. Le zolle erbose, a seconda delle esigenze, delle richieste e delle specie che costituiscono il prato, verranno di norma fornite in forme regolari, quadrate o a strisce.

## **Art. 33 Infissi**

Si intendono per infissi gli elementi aventi la funzione principale di regolare il passaggio di persone, animali, oggetti, e sostanze liquide o gassose nonché dell’energia tra spazi interni ed esterni dell’organismo edilizio o tra ambienti diversi dello spazio interno.

Essi si dividono tra elementi fissi (cioè luci fisse non apribili) e serramenti (cioè con parti apribili); gli infissi si dividono, inoltre, in relazione alla loro funzione, in porte, finestre e schermi.

Per la terminologia specifica dei singoli elementi e delle loro parti funzionali in caso di dubbio si fa riferimento alla norma UNI 8369 (varie parti).

Il Direttore dei Lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura, oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.

### **33.1 Luci fisse**

Le luci fisse devono essere realizzate nella forma, con i materiali e nelle dimensioni indicate nel disegno di progetto. In mancanza di prescrizioni (od in presenza di prescrizioni limitate) si



intende che comunque devono, nel loro insieme (telai, lastre di vetro, eventuali accessori, ecc.), essere conformi alla norma UNI 7959 ed in particolare resistere alle sollecitazioni meccaniche dovute all'azione del vento od agli urti, garantire la tenuta all'aria, all'acqua e la resistenza al vento.

Quanto richiesto dovrà garantire anche le prestazioni di isolamento termico, isolamento acustico, comportamento al fuoco e resistenza a sollecitazioni gravose dovute ad attività sportive, atti vandalici, ecc.

Le prestazioni predette dovranno essere garantite con limitato decadimento nel tempo.

Il Direttore dei Lavori potrà procedere all'accettazione delle luci fisse mediante i criteri seguenti:

- mediante controllo dei materiali costituenti il telaio più vetro più elementi di tenuta (guarnizioni, sigillanti) più eventuali accessori, e mediante controllo delle caratteristiche costruttive e della lavorazione del prodotto nel suo insieme e/o dei suoi componenti; in particolare trattamenti protettivi del legno, rivestimenti dei metalli costituenti il telaio, l'esatta esecuzione dei giunti, ecc.;
- mediante l'accettazione di dichiarazioni di conformità della fornitura alle classi di prestazione quali tenuta all'acqua, all'aria, resistenza agli urti, ecc.; di tali prove potrà anche chiedere la ripetizione in caso di dubbio o contestazione.

Le modalità di esecuzione delle prove saranno quelle definite nelle relative norme UNI per i serramenti.

### **33.2 I serramenti interni ed esterni**

I serramenti interni ed esterni (finestre, porte finestre, e similari) dovranno essere realizzati seguendo le prescrizioni indicate nei disegni costruttivi o comunque nella parte grafica del progetto. In mancanza di prescrizioni (od in presenza di prescrizioni limitate) si intende che comunque nel loro insieme devono essere realizzati in modo da resistere alle sollecitazioni meccaniche e degli agenti atmosferici e contribuire, per la parte di loro spettanza, al mantenimento negli ambienti delle condizioni termiche, acustiche, luminose, di ventilazione, ecc.; lo svolgimento delle funzioni predette deve essere mantenuto nel tempo.

Il Direttore dei Lavori potrà procedere all'accettazione dei serramenti mediante il controllo dei materiali che costituiscono l'anta ed il telaio ed i loro trattamenti preservanti ed i rivestimenti mediante il controllo dei vetri, delle guarnizioni di tenuta e/o sigillanti, degli accessori. Mediante il controllo delle sue caratteristiche costruttive, in particolare dimensioni delle sezioni resistenti, conformazione dei giunti, delle connessioni realizzate meccanicamente (viti, bulloni, ecc.) e per aderenza (colle, adesivi, ecc.) e comunque delle parti costruttive che direttamente influiscono sulla resistenza meccanica, tenuta all'acqua, all'aria, al vento, e sulle altre prestazioni richieste.

Il Direttore dei Lavori potrà altresì procedere all'accettazione della attestazione di conformità della fornitura alle prescrizioni indicate nel progetto esecutivo per le varie caratteristiche od in mancanza a quelle di seguito riportate. Per le classi non specificate valgono i valori dichia-

rati dal fornitore ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

#### Serramenti in legno

Per quanto concerne i nuovi serramenti in legno, essi devono avere rispondenza alle prescrizioni di cui alla voce opere da falegnameria.

Nel caso invece i vecchi serramenti presentassero il bisogno di una revisione generale, dovranno essere eseguite, previo smontaggio degli specchi, tutte le opere di piccola, media o grande riparazione. Particolare cura dovrà essere dedicata ai gocciolatoi, ai listelli fermavetri, agli accessori di chiusura e manovra, eseguendo le operazioni con ogni opera necessaria di tassellatura, rinzeppatura o eventuale svezatura, nonché la sostituzione dei pezzi non riutilizzabili, per garantire la perfetta chiusura a tenuta dei suddetti serramenti.

#### Gli schermi (tapparelle, persiane, antoni)

Gli schermi (tapparelle, persiane, antoni) con funzione prevalentemente oscurante dovranno essere realizzati nella forma, con il materiale e nelle dimensioni indicate nel disegno di progetto; in mancanza di prescrizioni o con prescrizioni insufficienti, si intende che comunque lo schermo deve nel suo insieme resistere alle sollecitazioni meccaniche (vento, sbattimenti, ecc.) ed agli agenti atmosferici mantenendo nel tempo il suo funzionamento.

Il Direttore dei Lavori dovrà procedere all'accettazione degli schermi mediante il controllo dei materiali che costituiscono lo schermo e, dei loro rivestimenti, controllo dei materiali costituenti gli accessori e/o organi di manovra, mediante la verifica delle caratteristiche costruttive dello schermo, principalmente dimensioni delle sezioni resistenti, conformazioni delle connessioni realizzate meccanicamente (viti, bulloni, ecc.) o per aderenza (colle, adesivi, ecc.) e comunque delle parti che direttamente influiscono sulla resistenza meccanica e durabilità agli agenti atmosferici.

Il Direttore dei Lavori potrà altresì procedere all'accettazione mediante attestazione di conformità della fornitura alle caratteristiche di resistenza meccanica, comportamento agli agenti atmosferici (corrosioni, cicli con lampade solari, camere climatiche, ecc.). La attestazione dovrà essere comprovata da idonea certificazione e/o documentazione.

### **33.3 Prescrizioni dimensionali idonei ai portatori di handicap**

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.

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 non superiore a 8 kg.

### **33.4 Infissi esterni**

L'altezza delle maniglie o dispositivo di comando deve essere compresa tra 100 e 130 cm; consigliata 115 cm. Per consentire alla persona seduta la visuale anche all'esterno, devono es-

sere preferite soluzioni per le quali la parte opaca del parapetto, se presente, non superi i 60 cm di altezza dal calpestio, con l'avvertenza, però, per ragioni di sicurezza, che l'intero parapetto sia complessivamente alto almeno 100 cm e inattraversabile da una sfera di 10 cm di diametro.

Nelle finestre lo spigolo vivo della traversa inferiore dell'anta apribile deve essere opportunamente sagomato o protetto per non causare infortuni.

Le ante mobili degli infissi esterni devono poter essere usate esercitando una pressione non superiore a 8 kg.

### **33.5 Serramenti in acciaio**

Materiali e norme di riferimento per l'accettazione

#### 1) Alluminio

- Telai

UNI EN 573-3 - Alluminio e leghe di alluminio - Composizione chimica e forma dei prodotti semilavorati;

EN 12020 - Alluminio e leghe di alluminio - Profili estrusi di precisione in lega EN AW-6060 e EN AW-6063 - Parte 2: Tolleranze di dimensioni e forma;

UNI 10680 - Alluminio e leghe di alluminio - Profili in leghe di alluminio ad interruzione di ponte termico. Requisiti e metodi di prova.

- Laminati, di trafilati o di sagomati non estrusi in alluminio

UNI EN 573-3 - Alluminio e leghe di alluminio. Composizione chimica e forma dei prodotti semilavorati. Sistema di designazione sulla base dei simboli chimici;

UNI EN 485-2 - Alluminio e leghe di alluminio. Lamiere, nastri e piastre. Caratteristiche meccaniche;

UNI EN 754-2 - Alluminio e leghe di alluminio. Barre e tubi trafilati. Tubi estrusi con filiera a ponte, tolleranze;

- Getti in alluminio

UNI EN 1706 - Alluminio e leghe di alluminio. Getti - Composizione chimica e caratteristiche meccaniche

#### 2) Profili in acciaio

- Telai

UNI EN 10079 - Definizione dei prodotti di acciaio e a quelle di riferimento per gli specifici prodotti

- Laminati a caldo

UNI 10163-1 - Condizioni di fornitura relative alla finitura superficiale di lamiere, larghi piatti e profilati di acciaio laminati a caldo. Prescrizioni generali;

UNI 10163-2 - Condizioni di fornitura relative alla finitura superficiale di lamiere, larghi piatti e profilati di acciaio laminati e a caldo. Lamiere e larghi piatti;

UNI 10163-2 - Condizioni di fornitura relative alla finitura superficiale di lamiere, larghi piatti e profilati di acciaio laminati e a caldo. Profilati;

UNI EN 10143 - Lamiere sottili e nastri di acciaio con rivestimento metallico applicato per immersione a caldo in continuo. Tolleranze dimensionali e di forma;

UNI EN 10025 - Prodotti laminati a caldo di acciai non legati per impieghi strutturali. Condizioni tecniche di fornitura.

- Lamiere a freddo

UNI 7958 - Prodotti finiti di acciaio non legato di qualità laminati a freddo. Lamiere sottili e nastri larghi da costruzione;

UNI EN 10142- Lamiere e nastri di acciaio a basso tenore di carbonio, zincati a caldo in continuo, per formatura a freddo. Condizioni tecniche di fornitura.

- Lamiere zincate

UNI EN 10143 - Lamiere sottili e nastri di acciaio con rivestimento metallico applicato per immersione a caldo in continuo. Tolleranze dimensionali e di forma;

UNI EN 10143 - Lamiere e nastri di acciaio per impieghi strutturali, zincati per immersione a caldo in continuo. Condizioni tecniche di fornitura.

### 3) Acciaio inossidabile

- Telai

UNI EN 10088-1 - Acciai inossidabili. Parte 1: Lista degli acciai inossidabili;

UNI EN 10088-2 - Acciai inossidabili. Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura delle lamiere e dei nastri per impieghi generali.

### 4) Lega di rame

- Telai

UNI 4894 - Leghe di rame da lavorazione plastica. Ottone binario con Cu 67 % e Zn 33 %;

UNI 3310-1 - Semilavorati di rame e sue leghe. Barre e profilati di rame, ottoni binari, al piombo e speciali, ottenuti da lavorazione plastica. Caratteristiche meccaniche.

- Lamiere in rame

UNI 3310-2 Semilavorati di rame e sue leghe. Lamiere, nastri, bandelle piattine di rame, ottoni binari, al piombo e speciali, ottenuti da lavorazione plastica.

### Finitura superficiale e verniciatura

La finitura superficiale dovrà essere priva di difetti visibili ad occhio nudo come graffi, colature, rigonfiamenti, ecc.. In generale dovrà essere approvata dal Direttore dei Lavori.

Per gli infissi in alluminio la verniciatura dovrà rispettare le prescrizioni della UNI 9983.

Per gli infissi in acciaio la verniciatura dovrà rispettare le prescrizioni delle seguenti norme:

UNI EN ISO 12944-1 - Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Introduzione generale;

UNI EN ISO 12944-2- Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Classificazione degli ambienti;

UNI EN ISO 12944-3- Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Considerazioni sulla progettazione;

UNI EN ISO 12944-4 - Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio

mediante verniciatura. Tipi di superficie e loro preparazione.

Per gli infissi in acciaio inossidabili si farà riferimento alla UNI 10088-2.

#### Guarnizioni

Le guarnizioni devono rispettare le seguenti norme:

UNI 9122-1 - Guarnizioni per serramenti. Classificazione e collaudo;

UNI 9122-2 - Edilizia. Guarnizioni per serramenti. Limiti di accettazione per guarnizioni compatte monoestruse;

UNI 9729-1 - Guarnizioni a spazzolino per serramenti. Classificazione e terminologia;

UNI 9729-2 - Guarnizioni a spazzolino per serramenti. Criteri di accettazione per tipi senza pinna centrale;

UNI 9729-3 - Guarnizioni a spazzolino per serramenti. Criteri di accettazione per tipi con pinna centrale;

UNI 9729-4 - Guarnizioni a spazzolino per serramenti. Metodi di prova.

#### Sigillanti

I sigillanti devono rispettare le seguenti norme:

UNI 9610 - Edilizia. Sigillanti siliconici monocomponenti per giunti. Requisiti e prove;

UNI 9611 - Edilizia. Sigillanti siliconici monocomponenti per giunti. Confezionamento;

UNI EN 26927 - Edilizia. Prodotti per giunti. Sigillanti. Vocabolario;

UNI EN 27390 - Edilizia. Sigillanti per giunti. Determinazione della resistenza allo scorrimento;

UNI EN 28339 - Edilizia. Sigillanti per giunti. Determinazione delle proprietà tensili;

UNI EN 28340 - Edilizia. Prodotti per giunti. Sigillanti. Determinazione delle proprietà tensili in presenza di trazione prolungata nel tempo;

UNI EN 28394 - Edilizia. Prodotti per giunti. Determinazione dell'estrudibilità dei sigillanti monocomponenti;

UNI EN 29048 - Edilizia. Prodotti per giunti. Determinazione dell'estrudibilità dei sigillanti per mezzo di un apparecchio normalizzato.

### **33.6 Porte resistenti al fuoco**

Commercializzazione CEE. Le porte ed altri elementi di chiusura legalmente fabbricati o commercializzati negli altri Stati membri dell'Unione europea od originari degli Stati firmatari dell'accordo SEE, sulla base di norme armonizzate o di norme o regole tecniche straniere riconosciute equivalenti, possono essere commercializzati in Italia per essere impiegati nel campo di applicazione del D.M. 14 dicembre 1993.

La commercializzazione delle porte antincendio deve rispettare le prescrizioni del D.M. 3 novembre 2004.

Gli elementi di chiusura resistenti al fuoco debbono essere contrassegnati, con punzonatura in rilievo diretta o su targhetta inamovibile e leggibile anche dopo l'incendio dai seguenti dati:

- nome produttore

- anno di fabbricazione

- nominativo ente certificazione
- numero del certificato di prova
- classe/i di resistenza al fuoco
- numero distintivo progressivo con riferimenti annuale.

Per le superfici esposte al fuoco da precise norme il contrassegno deve essere applicato sulla superficie suscettibile di essere esposta al fuoco.

Porte installate lungo le vie di uscita. Tutte le porte resistenti al fuoco devono essere munite di dispositivo di autochiusura. Le porte in corrispondenza di locali adibiti a depositi possono essere non dotate di dispositivo di autochiusura, purché siano tenute chiuse a chiave.

L'utilizzo di porte resistenti al fuoco installate lungo le vie di uscita e dotate di dispositivo di autochiusura, può in alcune situazioni determinare difficoltà sia per i lavoratori che per altre persone che normalmente devono circolare lungo questi percorsi. In tali circostanze le suddette porte possono essere tenute in posizione aperta, tramite appositi dispositivi elettromagnetici che ne consentano il rilascio a seguito:

- dell'attivazione di rivelatori di fumo posti in vicinanza delle porte;
- dell'attivazione di un sistema di allarme incendio;
- di mancanza di alimentazione elettrica del sistema di allarme incendio;
- di un comando manuale.

In particolare, fatti salvi gli adempimenti previsti da specifiche regole tecniche di prevenzione incendi, l'installazione dei dispositivi di apertura manuale deve essere prevista nei seguenti casi:

a) sulle porte delle vie di esodo, qualora sia prevista l'installazione di dispositivi, devono essere installati dispositivi almeno conformi alla norma UNI EN 179 o ad altra a questa equivalente, qualora si verifichi una delle seguenti condizioni:

- l'attività è aperta al pubblico e la porta è utilizzabile da meno di 10 persone;
- l'attività non è aperta al pubblico e la porta è utilizzabile da un numero di persone superiore a 9 ed inferiore a 26;

b) sulle porte delle vie di esodo, qualora sia prevista l'installazione di dispositivi, devono essere installati dispositivi conformi alla norma UNI EN 1125 o ad altra a questa equivalente, qualora si verifichi almeno una delle seguenti condizioni:

- l'attività è aperta al pubblico e la porta è utilizzabile da più di 9 persone;
- l'attività non è aperta al pubblico e la porta è utilizzabile da più di 25 persone;
- i locali con lavorazioni e materiali che comportino pericoli di esplosione e specifici rischi d'incendio con più di 5 lavoratori addetti.

Sistemi di apertura delle porte. Il datore di lavoro o persona addetta, deve assicurarsi, all'inizio della giornata lavorativa, che le porte in corrispondenza delle uscite di piano e quelle da utilizzare lungo le vie di esodo non siano chiuse a chiave o, nel caso siano previsti accorgimenti antintrusione, possano essere aperte facilmente ed immediatamente dall'interno senza l'uso di chiavi.

Tutte le porte delle uscite che devono essere tenute chiuse durante l'orario di lavoro, e per le

quali è obbligatoria l'apertura nel verso dell'esodo, devono aprirsi a semplice spinta dall'interno.

Nel caso siano adottati accorgimenti antintrusione, si possono prevedere idonei e sicuri sistemi di apertura delle porte alternativi a quelli previsti nel presente punto. In tale circostanza tutti i lavoratori devono essere a conoscenza del particolare sistema di apertura ed essere capaci di utilizzarlo in caso di emergenza.

I dispositivi di apertura manuale, di seguito denominati «dispositivi», delle porte installate lungo le vie di esodo nelle attività soggette al controllo dei Vigili del fuoco ai fini del rilascio del certificato di prevenzione incendi, quando ne sia prevista l'installazione, devono essere conformi alle norme UNI EN 179 o UNI EN 1125 o ad altre a queste equivalenti.

Porte scorrevoli e porte girevoli. Una porta scorrevole non deve essere utilizzata quale porta di una uscita di piano. Tale tipo di porta può però essere utilizzata, se è del tipo ad azionamento automatico e può essere aperta nel verso dell'esodo a spinta con dispositivo opportunamente segnalato e restare in posizione di apertura in mancanza di alimentazione elettrica.

Una porta girevole su asse verticale non può essere utilizzata in corrispondenza di una uscita di piano. Qualora sia previsto un tale tipo di porta, occorre che nelle immediate vicinanze della stessa sia installata una porta apribile a spinta opportunamente segnalata.

Installazione in fabbricati destinati anche ad altro uso o in locali inseriti nella volumetria del fabbricato servito. Le porte dei locali e dei disimpegni devono:

- essere apribili verso l'esterno e munite di congegno di autochiusura, di altezza minima di 2 m e larghezza minima 0,6 m. Per impianti con portata termica complessiva inferiore a 116 kW il senso di apertura delle porte non è vincolato.
- possedere caratteristiche di resistenza al fuoco non inferiori a REI 60 o REI 30, per impianti di portata termica rispettivamente superiore o non a 116 kW. Alle porte di accesso diretto da spazio scoperto, strada pubblica o privata, scoperta, o da intercapedine antincendio non è richiesto tale requisito, purché siano in materiale di classe 0 di reazione al fuoco.

Le strutture portanti Locali di installazione di impianti cucina e lavaggio stoviglie (D.M. 12 aprile 1996) devono possedere resistenza al fuoco non inferiore a R 120, quelle di separazione da altri ambienti non inferiore a REI 120. Per impianti di portata termica complessiva fino a 116 kW sono consentite caratteristiche R/REI 60.

L'accesso può avvenire direttamente:

- dall'esterno, tramite porta larga almeno 0,9 m in materiale di classe 0 di reazione al fuoco;
- e/o dal locale consumazione pasti, tramite porte larghe almeno 0,9 m di caratteristiche almeno REI 60 per portate termiche superiori a 116 kW e REI 30 negli altri casi, dotate di dispositivo di autochiusura anche del tipo normalmente aperto purché asservito ad un sistema di rivelazione incendi.

E' consentita la comunicazione con altri locali, pertinenti l'attività servita dall'impianto, tramite disimpegno anche non aerato, con eccezione dei locali destinati a pubblico spettacolo, con i quali la comunicazione può avvenire esclusivamente tramite disimpegno, indipendentemente dalla portata termica.

Norme di riferimento

Per i requisiti d'accettazione delle porte e degli altri elementi di chiusura si farà riferimento anche alle seguenti norme:

D.M. 14 dicembre 1993 - Norme tecniche e procedurali per la classificazione di resistenza al fuoco ed omologazione di porte ed altri elementi di chiusura;

D.M. 9 aprile 1994 - Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la costruzione e l'esercizio delle attività ricettive turistico-alberghiere;

D.M. 12 aprile 1996 - Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti termici alimentati da combustibili gassosi;

D.M. 19 agosto 1996 - Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio dei locali di intrattenimento e di pubblico spettacolo;

D.M. 10 marzo 1998 - Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro;

D.M. 18 settembre 2002 - Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio delle strutture sanitarie pubbliche e private;

D.M. 3 novembre 2004 - Disposizioni relative all'installazione ed alla manutenzione dei dispositivi per l'apertura delle porte installate lungo le vie di esodo, relativamente alla sicurezza in caso d'incendio;

D.M. 15 marzo 2005 - Requisiti di reazione al fuoco dei prodotti da costruzione installati in attività disciplinate da specifiche disposizioni tecniche di prevenzione incendi in base al sistema di classificazione europeo.

## **Art. 34 Prodotti di vetro**

Si definiscono prodotti di vetro quelli che sono ottenuti dalla trasformazione e lavorazione del vetro.

Essi si dividono nelle seguenti principali categorie: lastre piane, vetri pressati, prodotti di seconda lavorazione.

Per le definizioni rispetto ai metodi di fabbricazione, alle loro caratteristiche, alle seconde lavorazioni, nonché per le operazioni di finitura dei bordi si fa riferimento alle norme UNI.

I prodotti vengono di seguito considerati al momento della loro fornitura.

Il Direttore dei Lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.

### **34.1 Vetri piani grezzi**

I vetri piani grezzi sono quelli colati e laminati grezzi ed anche cristalli grezzi traslucidi, incolori, cosiddetti bianchi, eventualmente armati.

Le loro dimensioni saranno quelle indicate nel progetto esecutivo. Per le altre caratteristiche vale la norma UNI EN 572 che considera anche le modalità di controllo da adottare in caso di contestazione. I valori di isolamento termico, acustico, ecc. saranno quelli derivanti dalle di-



mensioni prescritte, il fornitore comunicherà i valori se richiesti.

### **34.2 Vetri piani lucidi**

I vetri piani lucidi tirati sono quelli incolori ottenuti per tiratura meccanica della massa fusa, che presenta sulle due facce, naturalmente lucide, ondulazioni più o meno accentuate non avendo subito lavorazioni di superficie.

Le loro dimensioni saranno quelle indicate nel progetto esecutivo. Per le altre caratteristiche vale la norma UNI EN 572 che considera anche le modalità di controllo da adottare in caso di contestazione. I valori di isolamento termico, acustico, ecc. saranno quelli derivanti dalle dimensioni prescritte, il fornitore comunicherà i valori se richiesti.

### **34.3 Vetri piani trasparenti**

I vetri piani trasparenti float sono quelli chiari o colorati ottenuti per colata mediante galleggiamento su un bagno di metallo fuso.

Le loro dimensioni saranno quelle indicate nel progetto esecutivo. Per le altre caratteristiche vale la norma UNI EN 572 che considera anche le modalità di controllo da adottare in caso di contestazione. I valori di isolamento termico, acustico, ecc. saranno quelli derivanti dalle dimensioni prescritte, il fornitore comunicherà i valori se richiesti.

### **34.4 Vetri piani temprati**

I vetri piani temprati sono quelli trattati termicamente o chimicamente in modo da indurre negli strati superficiali tensioni permanenti.

Le loro dimensioni saranno quelle indicate nel progetto esecutivo. Per le altre caratteristiche vale la norma UNI 7142 che considera anche le modalità di controllo da adottare in caso di contestazione. I valori di isolamento termico, acustico, ecc. saranno quelli derivanti dalle dimensioni prescritte, il fornitore comunicherà i valori se richiesti.

### **34.5 Vetrocamere**

I vetri piani uniti al perimetro (o vetrocamera) sono quelli costituiti da due lastre di vetro tra loro unite lungo il perimetro, solitamente con interposizione di un distanziatore, a mezzo di adesivi od altro in modo da formare una o più intercapedini contenenti aria o gas disidratati.

Le loro dimensioni, numero e tipo delle lastre saranno quelle indicate nel progetto esecutivo. Per le altre caratteristiche vale la norma UNI 10593 che definisce anche i metodi di controllo da adottare in caso di contestazione. I valori di isolamento termico, acustico, ecc. saranno quelli derivanti dalle dimensioni prescritte, il fornitore comunicherà i valori se richiesti.

### **34.6 Vetri piani stratificati**

I vetri piani stratificati sono quelli formati da due o più lastre di vetro e uno o più strati interposti di materia plastica che incollano tra loro le lastre di vetro per l'intera superficie.

Il loro spessore varia in base al numero ed allo spessore delle lastre costituenti. Essi si dividono in base alla loro resistenza, alle sollecitazioni meccaniche come segue:

- stratificati antivandalismo;

- stratificati anticrimine;
- stratificati antiproiettile.

Le dimensioni, numero e tipo delle lastre saranno quelle indicate nel progetto esecutivo. Per le altre caratteristiche si fa riferimento alle norme seguenti:

- i vetri piani stratificati antivandalismo ed anticrimine devono rispondere rispettivamente alle norme UNI 9186;
- i vetri piani stratificati antiproiettile devono rispondere alla norma UNI 9187.

I valori di isolamento termico, acustico, ecc. saranno quelli derivanti dalle dimensioni prescritte, il fornitore comunicherà i valori se richiesti.

### **34.7 Vetri piani profilati**

I vetri piani profilati ad U sono dei vetri greggi colati prodotti sotto forma di barre con sezione ad U, con la superficie liscia o lavorata, e traslucida alla visione.

Possono essere del tipo ricotto (normale) o temprato armati o non armati.

Le dimensioni saranno quelle indicate nel progetto esecutivo. Per le altre caratteristiche valgono le prescrizioni della norma UNI EN 572 che indica anche i metodi di controllo in caso di contestazione.

### **34.8 Vetri pressati**

I vetri pressati per vetrocimento armato possono essere a forma cava od a forma di camera d'aria.

Le dimensioni saranno quelle indicate nel progetto esecutivo. Per le caratteristiche vale quanto indicato nella norma UNI 7440 che indica anche i metodi di controllo in caso di contestazione.

## **Art. 35 Prodotti sigillanti, adesivi e geotessuti**

Tutti i prodotti di seguito descritti vengono considerati al momento della fornitura. Il Direttore dei Lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni di seguito indicate.

Per il campionamento dei prodotti ed i metodi di prova si fa riferimento ai metodi UNI esistenti.

### **35.1 Sigillanti**

Per sigillanti si intendono i prodotti utilizzati per riempire in forma continua e durevole i giunti tra elementi edilizi (in particolare nei serramenti, nelle pareti esterne, nelle partizioni interne, ecc.) con funzione di tenuta all'aria, all'acqua, ecc.

Oltre a quanto specificato nel progetto esecutivo, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono rispondenti alle seguenti caratteristiche:

- compatibilità chimica con il supporto al quale sono destinati;
- diagramma forza deformazione (allungamento) compatibile con le deformazioni elastiche

del supporto al quale sono destinati;

- durabilità ai cicli termoigrometrici prevedibili nelle condizioni di impiego, cioè con decadimento delle caratteristiche meccaniche ed elastiche che non pregiudichino la sua funzionalità;
- durabilità alle azioni chimico-fisiche di agenti aggressivi presenti nell'atmosfera o nell'ambiente di destinazione.

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intende comprovato quando il prodotto risponde alle prescrizioni progettuali od alle norme UNI 9610 e 9611 e/o è in possesso di attestati di conformità. In loro mancanza si fa riferimento ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

### **35.2 Adesivi**

Per adesivi si intendono i prodotti utilizzati per ancorare un prodotto ad uno attiguo, in forma permanente, resistendo alle sollecitazioni meccaniche, chimiche, ecc. dovute all'ambiente ed alla destinazione d'uso.

Sono inclusi nel presente articolo gli adesivi usati in opere di rivestimenti di pavimenti e pareti o per altri usi e per diversi supporti (murario, terroso, legnoso, ecc.).

Sono esclusi gli adesivi usati durante la produzione di prodotti o componenti.

Oltre a quanto specificato nel progetto esecutivo, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti rispondenti alle seguenti caratteristiche:

- compatibilità chimica con il supporto al quale essi sono destinati;
- durabilità ai cicli termoigrometrici prevedibili nelle condizioni di impiego (cioè con un decadimento delle caratteristiche meccaniche che non pregiudichino la loro funzionalità);
- durabilità alle azioni chimico-fisiche dovute ad agenti aggressivi presenti nell'atmosfera o nell'ambiente di destinazione;
- caratteristiche meccaniche adeguate alle sollecitazioni previste durante l'uso.

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intende comprovato quando il prodotto risponde ad una norma UNI e/o è in possesso di attestati di conformità. In loro mancanza si fa riferimento ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

### **35.3 Geotessili**

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

Si distinguono in:

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

Sono esclusi dal presente articolo i prodotti usati per realizzare componenti più complessi.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Dovrà inoltre essere sempre specificata la natura del polimero costituente (poliestere, polipropilene, poliammide, ecc.).

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

UNI 8279-16 - Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione del tempo di assorbimento di

acqua (metodo della goccia);

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

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

UNI EN 29092 - Tessili. Nontessuti. Definizione.

Dovrà inoltre essere precisato:

- se sono costituiti da filamento continuo o da fiocco;
- se il trattamento legante è meccanico, chimico o termico;
- il peso unitario.

### **Art. 36 Prodotti per impermeabilizzazione e coperture piane**

I prodotti per impermeabilizzazioni e per coperture piane sono sotto forma di:

- membrane in fogli e/o rotoli da applicare a freddo od a caldo, in fogli singoli o pluristrato;
- prodotti forniti in contenitori (solitamente liquidi e/o in pasta) da applicare a freddo od a caldo su eventuali armature (che restano inglobate nello strato finale) fino a formare in sito una membrana continua.

#### **36.1 Membrane**

Le membrane si classificano in base:

- al materiale componente (per esempio: bitume ossidato fillerizzato, bitume polimero elastomero, bitume polimero plastomero, etilene propilene diene, etilene vinil acetato, ecc.);
- al materiale di armatura inserito nella membrana (per esempio: armatura vetro velo, armatura poliammide tessuto, armatura polipropilene film, armatura alluminio foglio sottile, ecc.);
- al materiale di finitura della faccia superiore (per esempio: poliestere film da non asportare, polietilene film da non asportare, graniglie, ecc.);
- al materiale di finitura della faccia inferiore (per esempio: poliestere non tessuto, sughero, alluminio foglio sottile, ecc.).

#### **36.2 Prodotti forniti in contenitori**

I prodotti forniti in contenitori possono essere :

- mastici di rocce asfaltiche e di asfalto sintetico;
- asfalti colati;
- malte asfaltiche;
- prodotti termoplastici;
- soluzioni in solvente di bitume;
- emulsioni acquose di bitume;
- prodotti a base di polimeri organici.

Il Direttore dei Lavori ai fini della loro accettazione può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura; in ogni caso l'appaltatore dovrà consegnare l'attestato di confor-

mità della fornitura.

Le membrane per coperture di edifici in relazione allo strato funzionale che vanno a costituire (per esempio strato di tenuta all'acqua, strato di tenuta all'aria, strato di schermo e/o barriera al vapore, strato di protezione degli strati sottostanti, ecc.) devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza e alla norma UNI 8178.

### **36.3 Membrane destinate a formare strati di schermo e/o barriera al vapore**

Le caratteristiche da considerare ai fini dell'accettazione delle membrane destinate a formare strati di schermo e/o barriera al vapore sono le seguenti (norme UNI 9380-1 e UNI 9380-2):

- tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza, spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione;
- flessibilità a freddo;
- comportamento all'acqua;
- permeabilità al vapore d'acqua;
- invecchiamento termico in acqua;
- giunzioni resistenti a trazione e impermeabili all'aria.

I prodotti non normati devono rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

### **36.4 Caratteristiche di accettazione**

Le caratteristiche delle membrane di impermeabilizzazione devono rispondere alle seguenti norme:

UNI 9380-1 - Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione dei tipi BPP per strato di barriera e/o schermo al vapore;

UNI 9380-2 - Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione dei tipi BOF per strato di barriera e/o schermo al vapore;

UNI 8629-1 - Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Caratteristiche prestazionali e loro significatività;

UNI 8629-2 - Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione dei tipi BPP per elemento di tenuta;

UNI 8629-3 - Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione dei tipi BPE per elemento di tenuta;

UNI 8629-4 - Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione per tipi EPDM e IIR per elementi di tenuta;

UNI 8629-5 - Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione dei tipi BPP (con autoprotezione metallica) per elemento di tenuta;

UNI 8629-6 - Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione dei tipi a base di PVC plastificato per elementi di tenuta;

UNI 8629-7 - Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione dei tipi BOF (con autoprotezione metallica) per elemento di tenuta;

UNI 8629-8 - Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione dei tipi BOF per elemento di tenuta.

### **36.5 Membrane destinate a formare strati di continuità, di diffusione o di egualizzazione della pressione di vapore**

Le caratteristiche da considerare ai fini dell'accettazione delle membrane destinate a formare strati di continuità, di diffusione o di egualizzazione della pressione di vapore, di irrigidimento o ripartizione dei carichi, di regolarizzazione, di separazione e/o scorrimento o drenante sono le seguenti (norma UNI 9168):

- tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza e spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- comportamento all'acqua;
- invecchiamento termico in acqua.

I prodotti non normati, devono rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei Lavori. Le membrane rispondenti alle norme UNI 9380 e UNI 8629 per le caratteristiche precitate sono valide anche per questo impiego.

### **36.6 Membrane destinate a formare strati di tenuta all'aria**

Le caratteristiche di accettazione delle membrane destinate a formare strati di tenuta all'aria devono rispondere alle seguenti norme:

UNI 9168-1 - Membrane complementari per impermeabilizzazione. Limiti di accettazione dei tipi con armatura cartafeltro o vetro velo;

UNI 9168-2 - Membrane complementari per impermeabilizzazione. Limiti di accettazione dei tipi BOF.

I prodotti non normati devono essere conformi ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

Le membrane rispondenti alle norme UNI 9380 e UNI 8629 per le caratteristiche precitate sono valide anche per formare gli strati di tenuta all'aria. In particolare dovranno essere controllati i seguenti parametri:

- tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza e spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione ed alla lacerazione;
- comportamento all'acqua;
- giunzioni resistenti alla trazione e alla permeabilità all'aria.

### **36.7 Membrane destinate a formare strati di tenuta all'acqua**

Le caratteristiche da considerare ai fini dell'accettazione delle membrane destinate formare strati di tenuta all'acqua sono le seguenti (norma UNI 8629, varie parti):

- tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza, spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione e alla lacerazione;

- punzonamento statico e dinamico;
- flessibilità a freddo;
- stabilità dimensionale in seguito ad azione termica;
- stabilità di forma a caldo;
- impermeabilità all'acqua e comportamento all'acqua;
- permeabilità al vapore d'acqua;
- resistenza all'azione perforante delle radici;
- invecchiamento termico in aria ed acqua;
- resistenza all'ozono (solo per polimeriche e plastomeriche);
- resistenza ad azioni combinate (solo per polimeriche e plastomeriche);
- giunzioni resistenti a trazione e impermeabili all'aria.

I prodotti non normati devono rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

### **36.8 Membrane destinate a formare strati di protezione**

Le caratteristiche da considerare ai fini dell'accettazione delle membrane destinate formare strati di protezione sono le seguenti (norma UNI 8629, varie parti):

- tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza, spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione e alle lacerazioni;
- punzonamento statico e dinamico;
- flessibilità a freddo;
- stabilità dimensionali a seguito di azione termica;
- stabilità di forma a caldo (esclusi prodotti a base di PVC, EPDM, IIR);
- comportamento all'acqua;
- resistenza all'azione perforante delle radici;
- invecchiamento termico in aria;
- giunzioni resistenti a trazione;
- l'autoprotezione minerale deve resistere all'azione di distacco.

I prodotti non normati devono rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

### **36.9 Membrane a base di elastomeri e di plastomeri**

I tipi di membrane base di elastomeri e di plastomeri sono:

- membrane in materiale elastomerico senza armatura (per materiale elastomerico si intende 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 (per materiale plastomerico si intende 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 retico-



lazione (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 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).

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.

Le membrane a base di elastomeri e di plastomeri devono rispettare le caratteristiche previste dalle varie parti della norma UNI 8898 (varie parti).

### **36.10 Prodotti forniti sotto forma di liquidi o paste**

I prodotti forniti solitamente sotto forma di liquidi o paste destinati principalmente a realizzare strati di tenuta all'acqua (ma anche altri strati funzionali della copertura piana) a secondo del materiale costituente, devono rispondere alle caratteristiche ed ai valori limiti di riferimento normalmente applicati; quando non sono riportati limiti si intende che valgono quelli dichiarati dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

I bitumi da spalmatura per impermeabilizzazioni (in solvente e/o emulsione acquosa) devono rispondere ai limiti specificati, per i diversi tipi, alle prescrizioni delle seguenti norme:

UNI 4157 - Edilizia. Bitumi da spalmatura per impermeabilizzazioni. Campionamento e limiti di accettazione;

UNI 4163 - Impermeabilizzazione delle coperture. Bitumi da spalmatura. Determinazione dell'indice di penetrazione dei bitumi.

Caratteristiche dei bitumi da spalmatura

| Indicazione per la designazione | Penetrazione a 25 °C<br>dmm/min | Punto di rammollimento<br>(palla anello °C/min) |
|---------------------------------|---------------------------------|---|
| 0                               | 40                              | 55  |
| 15                              | 35                              | 65  |
| 25                              | 20                              | 80  |

Le malte asfaltiche per impermeabilizzazione devono rispondere alle seguenti norme:

UNI 5660 - Impermeabilizzazione delle coperture. Malte asfaltiche. Caratteristiche e prelievo dei campioni;

UNI 5661 - Impermeabilizzazione delle coperture. Malte asfaltiche. Determinazione del punto di rammollimento con il metodo palla-anello;

UNI 5662 - Impermeabilizzazione delle coperture. Malte asfaltiche. Determinazione dello scorrimento su piano inclinato;

UNI 5663 - Impermeabilizzazione delle coperture. Malte asfaltiche. Determinazione della fragilità (punto di rottura);

UNI 5664 - Impermeabilizzazione delle coperture. Malte asfaltiche. Determinazione dell'impermeabilità all'acqua;

UNI 5665 - Impermeabilizzazione delle coperture. Malte asfaltiche. Trattamento di termo-ossidazione.

Gli asfalti colati per impermeabilizzazioni devono rispondere alle seguenti norme:

UNI 5654 - Impermeabilizzazione delle coperture. Asfalti colati. Caratteristiche e prelievo dei campioni;

UNI 5655 - Impermeabilizzazione delle coperture. Asfalti colati. Determinazione del punto di rammollimento con il metodo palla-anello;

UNI 5656 - Impermeabilizzazione delle coperture. Asfalti colati. Determinazione dello scorrimento su piano inclinato;

UNI 5657 - Impermeabilizzazione delle coperture. Asfalti colati. Determinazione della fragilità a freddo;

UNI 5658 - Impermeabilizzazione delle coperture. Asfalti colati. Determinazione dell'impermeabilità all'acqua;

UNI 5659 - Impermeabilizzazione delle coperture. Asfalti colati. Trattamento di termo-ossidazione.

Il mastice di rocce asfaltiche per la preparazione di malte asfaltiche e degli asfalti colati deve rispondere alla seguente norma:

UNI 4377 - Impermeabilizzazione delle coperture. Mastice di rocce asfaltiche per la preparazione delle malte asfaltiche e degli asfalti colati.

Il mastice di asfalto sintetico per la preparazione delle malte asfaltiche e degli asfalti colati deve rispondere alle seguenti norme:

UNI 4378 - Impermeabilizzazione delle coperture. Mastice di asfalto sintetico per la preparazione delle malte asfaltiche e degli asfalti colati;

UNI 4379 - Impermeabilizzazione delle coperture. Determinazione dell'impronta nei mastici di rocce asfaltiche e nei mastici di asfalto sintetici;

UNI 4380 - Impermeabilizzazione delle coperture. Determinazione delle sostanze solubili in solfuro di carbonio presenti nei mastici di rocce asfaltiche e nei mastici di asfalto sintetici;

UNI 4381 - Impermeabilizzazione delle coperture. Estrazione del bitume dai mastici di rocce asfaltiche e dai mastici di asfalto sintetici;

UNI 4382 - Impermeabilizzazione delle coperture. Determinazione degli asfalteni presenti nei bitumi contenuti nei mastici di rocce asfaltiche e nei mastici di asfalto sintetici;

UNI 4383 - Impermeabilizzazione delle coperture. Determinazione dei carbonati presenti nel materiale minerale;

UNI 4384 - Impermeabilizzazione delle coperture. Determinazione delle sostanze insolubili in acido cloridrico presenti nel materiale minerale contenuto nei mastici di rocce asfaltiche e nei mastici di asfalto sintetici;

UNI 4385 - Impermeabilizzazione delle coperture. Controllo granulometrico del materiale minerale contenuto nei mastici di rocce asfaltiche e nei mastici di asfalto sintetici.

I prodotti fluidi od in pasta a base di polimeri organici (bituminosi, epossidici, poliuretanic, epossi-poliuretanic, epossi-catrame, polimetencatrame, polimeri clorurati, acrilici, vinilici, polimeri isomerizzati) devono essere valutate in base alle caratteristiche ed ai limiti di riferimento normalmente applicati; quando non sono riportati limiti si intende che valgono quelli dichiarati dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

Per i valori non prescritti si intendono validi quelli dichiarati dal fornitore ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

### **36.11 Rinforzo di guaine liquide a base di resine acriliche ed epoxibituminose**

Le guaine liquide a base di resine acriliche ed epoxibituminose e le malte impermeabilizzanti dovranno essere rinforzate con l'applicazione di reti in fibra di vetro.

Per superfici irregolari o inclinate l'uso di reti realizzate con speciali filati voluminizzati assicura un maggiore assorbimento di resina evitando fenomeni di gocciolatura e garantendo l'omogeneità della distribuzione del prodotto. Sul prodotto impermeabilizzante appena applicato, dovrà essere posata la rete ben tesa, annegandola mediante spatola, rullo o pennello, avendo cura di sovrapporre i teli per almeno 10 cm evitando la formazione di bolle e piegature.

Altre norme di riferimento

UNI 8178 - Edilizia. Coperture. Analisi degli elementi e strati funzionali.

UNI 9380-1 - Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione dei tipi BPP per strato di barriera e/o schermo al vapore;

UNI 9380-2 - Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione dei tipi BOF per strato di barriera e/o schermo al vapore.

### **Art. 37 Prodotti sanitari**

Sono denominati apparecchi sanitari quei prodotti finiti per uso idraulico-sanitario, costituiti da materiale ceramico, materiali metallici o materie plastiche.

In particolare per il materiale ceramico sono ammessi solo apparecchi sanitari di prima scelta realizzati con porcellana dura (vetrous china) o grès porcellanato (fire clay), secondo le definizioni della norma UNI 4542.

Gli apparecchi in materiale metallico o ceramico dovranno essere conformi alle seguenti norme UNI per quanto concerne i requisiti di accettazione:

UNI 4542 - Apparecchi sanitari. Terminologia e classificazione;

UNI 4543-1 - Apparecchi sanitari di ceramica. Limiti di accettazione della massa ceramica e dello smalto;

UNI 4543-2 - Apparecchi sanitari di ceramica. Prove della massa ceramica e dello smalto.

Requisiti di accettazione

Gli apparecchi sanitari in generale, indipendentemente dalla loro forma e dal materiale costituente, devono soddisfare i seguenti requisiti:

- robustezza meccanica;
- durabilità meccanica;
- assenza di difetti visibili ed estetici;
- resistenza all'abrasione;
- pulibilità di tutte le parti che possono venire a contatto con l'acqua sporca;
- resistenza alla corrosione (per quelli con supporto metallico);
- funzionalità idraulica.

Qualora non fosse possibile convogliare per gravità le acque di scarico nella fognatura comunale, dovrà essere previsto un sistema di accumulo e sollevamento fino al punto in cui sia possibile farle defluire per gravità.

Se espressamente richiesto dai regolamenti d'igiene dei singoli Comuni, dovrà essere previsto un sistema di depurazione con caratteristiche rispondenti alle indicazioni di detti regolamenti.

Rispondenza alle norme UNI

- Lavabi, lavamani e lavelli da cucina

Le caratteristiche dei lavabi, dei lavamani e dei lavelli da cucina debbono rispondere alle seguenti norme:

UNI EN 695 - Lavelli da cucina - Quote di raccordo;

UNI EN 31 - Lavabi. Quote di raccordo;

UNI 10271 - Lavafaccia e lavaocchi di emergenza di tipo trasportabile. Requisiti, prove e

marcatura;

UNI EN 111 - Lavamani sospesi. Quote di raccordo;

UNI EN 32 - Lavabi sospesi. Quote di raccordo.

UNI 8951-1 - Lavabi di porcellana sanitaria. Limiti di accettazione;

UNI 8951-2 - Lavabi di porcellana sanitaria. Prove funzionali;

UNI 9608 - Lavafaccia, lavaocchi e docce di emergenza. Requisiti e installazione;

UNI 8194 - Lavabi ottenuti da lastre di resina metacrilica. Requisiti e metodi di prova.

- Vasi

Le caratteristiche dei vasi debbono rispondere alle seguenti norme:

UNI EN 33 - Vasi a pavimento a cacciata, con cassetta appoggiata. Quote di raccordo;

UNI EN 34 - Vasi sospesi a cacciata, con cassetta appoggiata. Quote di raccordo;

UNI EN 37 - Vasi a pavimento a cacciata, senza cassetta appoggiata. Quote di raccordo;

UNI EN 38 - Vasi sospesi a cacciata, senza cassetta appoggiata. Quote di raccordo;

UNI 8196 - Vasi a sedile ottenuti da lastre di resina metacrilica. Requisiti e metodi di prova;

UNI 8949-1 - Vasi di porcellana sanitaria. Limiti di accettazione;

UNI 8949-2 - Vasi di porcellana sanitaria. Prove funzionali.

- Orinatoi

Le caratteristiche degli orinatoi debbono rispondere alle seguenti norme:

UNI EN 80 - Orinatoi a parete senza sifone incorporato. Quote di raccordo.

- Bidet

Le caratteristiche dei bidè debbono rispondere alle seguenti norme:

UNI EN 35 - Bidet appoggiati sul pavimento con alimentazione sopra il bordo. Quote di raccordo;

UNI EN 36 - Bidet sospesi con alimentazione sopra il bordo. Quote di raccordo;

UNI 8950-1 - Bidet di porcellana sanitaria. Limiti di accettazione;

UNI 8950-2 - Bidet di porcellana sanitaria . Prove funzionali;

UNI 8195 - Bidet ottenuti da lastre di resina metacrilica. Requisiti e metodi di prova.

- Vasche da bagno

Le caratteristiche delle vasche da bagno debbono rispondere alle seguenti norme:

UNI EN 232 - Vasche da bagno. Quote di raccordo;

UNI EN 198 - Specifiche per vasche da bagno per usi domestici prodotte con materiali acrilici.

- Piatti doccia e cabine doccia

Le caratteristiche dei piatti doccia e delle cabine doccia debbono rispondere alle seguenti norme:

UNI EN 251 - Piatti doccia. Quote di raccordo;

UNI EN 263 - Specifiche per lastre acriliche colate per vasche da bagno e piatti per doccia per usi domestici;

UNI 8192 - Piatti per doccia ottenuti da lastre di resina metacrilica. Requisiti e metodi di prova;

UNI 8193 - Cabine per doccia ottenute da lastre di resina metacrilica. Requisiti e metodi di prova.

Spazi minimi funzionali per gli apparecchi sanitari

- Spazi minimi

L'installazione degli apparecchi sanitari deve rispettare gli spazi minimi previsti dalle Appendici V e W alla norma UNI 9182 - Edilizia - Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda. Criteri di progettazione, collaudo e gestione.

- Spazi minimi per i soggetti portatori di handicap deambulanti e su sedia a ruote

Per garantire la manovra e l'uso degli apparecchi anche alle persone con impedita capacità motoria, deve essere previsto, in rapporto agli spazi di manovra di cui al punto 8.0.2. del D.M. n. 236/1989, l'accostamento laterale alla tazza w.c., bidet, vasca, doccia, lavatrice e l'accostamento frontale al lavabo.

In particolare devono essere rispettati i seguenti spazi minimi funzionali:

a) lo spazio necessario all'accostamento e al trasferimento laterale dalla sedia a ruote alla tazza w.c. e al bidet, ove previsto, deve essere minimo 100 cm misurati dall'asse dell'apparecchio sanitario;

b) lo spazio necessario all'accostamento laterale della sedia a ruote alla vasca deve essere minimo di 140 cm lungo la vasca con profondità minima di 80 cm;

c) lo spazio necessario all'accostamento frontale della sedia a ruote al lavabo deve essere minimo di 80 cm misurati dal bordo anteriore del lavabo.

- Accorgimenti per la collocazione degli apparecchi sanitari

Relativamente alle caratteristiche degli apparecchi sanitari inoltre:

a) i lavabi devono avere il piano superiore posto a 80 cm dal calpestio ed essere sempre senza colonna con sifone preferibilmente del tipo accostato o incassato a parete;

b) i w.c. e i bidet preferibilmente sono di tipo sospeso, in particolare l'asse della tazza w.c. o del bidet deve essere posto ad una distanza minima di 40 cm dalla parete laterale, il bordo anteriore a 75-80 cm dalla parete posteriore e il piano superiore a 45-50 cm dal calpestio.

Qualora l'asse della tazza-w.c. o bidet sia distante più di 40 cm dalla parete, si deve prevedere, a 40 cm dall'asse dell'apparecchio sanitario, un maniglione o corrimano per consentire il trasferimento; la doccia deve essere a pavimento, dotata di sedile ribaltabile e doccia a telefono.

- Impugnature di sicurezza

Nei locali igienici deve inoltre essere prevista l'attrezzabilità con maniglioni e corrimano orizzontali e/o verticali in vicinanza degli apparecchi; il tipo e le caratteristiche dei maniglioni o corrimano devono essere conformi alle specifiche esigenze riscontrabili successivamente all'atto dell'assegnazione dell'alloggio e posti in opera in tale occasione.

Nei servizi igienici dei locali aperti al pubblico è necessario prevedere e installare il corrimano in prossimità della tazza w.c., posto ad altezza di 80 cm dal calpestio, e di diametro cm 3-4; se fissato a parete deve essere posto a 5 cm dalla stessa.

- Casi di adeguamento

Nei casi di adeguamento di edifici nei locali igienici è consentita la eliminazione del bidet e la

sostituzione della vasca con una doccia a pavimento al fine di ottenere anche senza modifiche sostanziali del locale, uno spazio laterale di accostamento alla tazza w.c. e di definire sufficienti spazi di manovra.

- Visitabilità

Negli alloggi di edilizia residenziali nei quali è previsto il requisito della visitabilità, il servizio igienico si intende accessibile se è consentito almeno il raggiungimento di una tazza w.c. e di un lavabo, da parte di persona su sedia a ruote.

Per raggiungimento dell'apparecchio sanitario si intende la possibilità di arrivare sino alla diretta prossimità di esso, anche senza l'accostamento laterale per la tazza w.c. e frontale per il lavabo.

### **37.1 Rubinetti sanitari**

I rubinetti sanitari considerati nel presente punto sono quelli appartenenti alle seguenti categorie:

- rubinetti singoli, cioè con una sola condotta di alimentazione;
- gruppo miscelatore, avente due condotte di alimentazione e comandi separati per regolare e miscelare la portata d'acqua. I gruppi miscelatori possono avere diverse soluzioni costruttive riconducibili nei seguenti casi: comandi distanziati o gemellati, corpo apparente o nascosto (sotto il piano o nella parete), predisposizione per posa su piano orizzontale o verticale;
- miscelatore meccanico, elemento unico che sviluppa le stesse funzioni del gruppo miscelatore mescolando prima i due flussi e regolando dopo la portata della bocca di erogazione, le due regolazioni sono effettuate di volta in volta, per ottenere la temperatura d'acqua voluta. I miscelatori meccanici possono avere diverse soluzioni costruttive riconducibili ai seguenti casi:
  - monocomando o bicomando, corpo apparente o nascosto (sotto il piano o nella parete), predisposizione per posa su piano orizzontale o verticale;
  - miscelatori termostatici, elemento funzionante come il miscelatore meccanico, ma che varia automaticamente la portata di due flussi a temperature diverse per erogare e mantenere l'acqua alla temperatura prescelta.

Caratteristiche

I rubinetti sanitari indipendentemente dal tipo e dalla soluzione costruttiva, devono rispondere alle seguenti caratteristiche:

- inalterabilità dei materiali costituenti e non cessione di sostanze all'acqua;
- tenuta all'acqua alle pressioni di esercizio;
- conformazione della bocca di erogazione in modo da erogare acqua con filetto a getto regolare e comunque senza spruzzi che vadano all'esterno dell'apparecchio sul quale devono essere montati;
- proporzionalità fra apertura e portata erogata;
- minima perdita di carico alla massima erogazione;
- silenziosità ed assenza di vibrazione in tutte le condizioni di funzionamento;
- facile smontabilità e sostituzione di pezzi;

- continuità nella variazione di temperatura tra posizione di freddo e quella di caldo e viceversa (per i rubinetti miscelatori).

La rispondenza alle caratteristiche sopra elencate si intende soddisfatta per i rubinetti singoli e gruppi miscelatori quando essi rispondono alla norma UNI EN 200 e ne viene comprovata la rispondenza con certificati di prova e/o con apposizione del marchio UNI. Per gli altri rubinetti si applica la UNI EN 200 per quanto possibile o si farà riferimento ad altre norme tecniche (principalmente di enti normatori esteri).

#### Fornitura e stoccaggio

I rubinetti devono essere forniti protetti da imballaggi adeguati in grado di proteggerli da urti, graffi, ecc. nelle fasi di trasporto e movimentazione in cantiere.

Il foglio informativo deve accompagnare il prodotto, dichiarandone le caratteristiche dello stesso e le altre informazioni utili per la posa, la manutenzione ecc.

Tubi di raccordo rigidi e flessibili (Per il collegamento tra i tubi di adduzione e la rubinetteria sanitaria)

I tubi di raccordo rigidi e flessibili, indipendentemente dal materiale costituente e dalla soluzione costruttiva, devono rispondere alle caratteristiche seguenti:

- inalterabilità alle azioni chimiche ed all'azione del calore;
- non cessione di sostanze all'acqua potabile;
- indeformabilità alle sollecitazioni meccaniche provenienti dall'interno e/o dall'esterno;
- superficie interna esente da scabrosità che favoriscano depositi;
- pressione di prova uguale a quella di rubinetti collegati.

La rispondenza alle caratteristiche sopraelencate si intende soddisfatta se i tubi rispondono alla norma UNI 9035 ed è comprovata da una dichiarazione di conformità.

#### Rubinetti idonei ai portatori di handicap

Nei locali igienici destinati a portatori di handicap devono installarsi preferibilmente rubinetti con comando a leva, con erogazione dell'acqua calda regolabile mediante miscelatori termostatici, come stabilito dal D.M. n. 236/1989.

#### Norme di riferimento

In caso di contestazione nell'accettazione della rubinetteria si farà riferimento alle seguenti norme:

UNI EN 200 - Rubinetteria sanitaria. Prescrizioni generali dei rubinetti singoli e miscelatori (dimensione nominale 1/2) PN 10. Pressione dinamica minima di 0,05 MPa (0,5 bar);

UNI EN 246 - Rubinetteria sanitaria. Criteri di accettazione dei regolatori di getto;

UNI EN 248 - Rubinetteria sanitaria. Criteri di accettazione dei rivestimenti Ni-Cr;

UNI EN 274 - Rubinetteria sanitaria. Dispositivi di scarico di lavabi, bidet e vasche da bagno. Specifiche tecniche generali.

UNI EN 816 - Rubinetteria sanitaria - Rubinetti a chiusura automatica PN 10.

UNI EN 817 - Rubinetteria sanitaria - Miscelatori meccanici (PN 10). Specifiche tecniche generali;



UNI EN 411 - Rubinetteria sanitaria. Dispositivi di scarico per lavelli. Specifiche tecniche generali;

UNI EN 329 - Rubinetteria sanitaria. Dispositivi di scarico per piatti doccia. Specifiche tecniche generali;

UNI EN 331 - Rubinetti a sfera ed a maschio conico con fondo chiuso, a comando manuale, per impianti a gas negli edifici;

UNI 10856 - Rubinetteria sanitaria. Prove e limiti di accettazione dei rivestimenti organici;

UNI EN 1111 - Rubinetteria sanitaria. Miscelatori termostatici (PN 10) - Specifiche tecniche generali;

UNI EN 1112 - Dispositivi uscita doccia per rubinetteria sanitaria (PN 10);

UNI EN 1113 - Flessibili doccia per rubinetteria sanitaria (PN 10).

### **37.2 Scarichi degli apparecchi sanitari**

Gli elementi costituenti gli scarichi applicati agli apparecchi sanitari, indipendentemente dal materiale e dalla forma, devono possedere caratteristiche di inalterabilità alle azioni chimiche ed all'azione del calore, realizzare la tenuta tra otturatore e piletta e possedere una regolabilità per il ripristino della tenuta stessa (per scarichi a comando meccanico).

La rispondenza alle caratteristiche sopra elencate si intende soddisfatta quando essi rispondono alle norme:

UNI EN 274 - Rubinetteria sanitaria. Dispositivi di scarico di lavabi, bidet e vasche da bagno. Specifiche tecniche generali;

UNI EN 329 - Rubinetteria sanitaria. Dispositivi di scarico per piatti doccia. Specifiche tecniche generali.

La rispondenza deve comprovata anche da una attestazione di conformità fornita dall'appaltatore.

Rubinetti a passo rapido, flussometri (per orinatoi, vasi e vuotatoi)

I rubinetti a passo rapido, flussometri, indipendentemente dal materiale costituente e dalla soluzione costruttiva, devono rispondere alle caratteristiche seguenti:

- erogazione di acqua con portata, energia e quantità necessaria per assicurare la pulizia;
- dispositivi di regolazione della portata e della quantità di acqua erogata;
- costruzione tale da impedire ogni possibile contaminazione della rete di distribuzione dell'acqua a monte per effetto di rigurgito;
- contenimento del livello di rumore prodotto durante il funzionamento.

La rispondenza alle caratteristiche predette deve essere comprovata dalla dichiarazione di conformità fornita dall'appaltatore.

Cassette per l'acqua per vasi, orinatoi e vuotatoi

Le cassette per l'acqua per vasi, orinatoi e vuotatoi, indipendentemente dal materiale costituente e dalla soluzione costruttiva, devono rispondere alle caratteristiche seguenti:

- troppo pieno di sezione tale da impedire in ogni circostanza la fuoriuscita di acqua dalla cas-

setta;

- rubinetto a galleggiante che regola l'afflusso dell'acqua, realizzato in modo che, dopo l'azione di pulizia, l'acqua fluisca ancora nell'apparecchio sino a ripristinare nel sifone del vaso il battente d'acqua che realizza la tenuta ai gas;

- costruzione tale da impedire ogni possibile contaminazione della rete di distribuzione dell'acqua a monte per effetto di rigurgito;

- contenimento del livello di rumore prodotto durante il funzionamento.

La rispondenza alle caratteristiche sopra elencate si intende soddisfatta per le cassette dei vasi quando, in abbinamento con il vaso, soddisfano le prove di pulizia/evacuazione previste dalla norma UNI 8949-1 - Vasi di porcellana sanitaria. Limiti di accettazione.

La rispondenza alle caratteristiche predette deve essere comprovata dalla dichiarazione di conformità fornita dall'appaltatore.

### **Art. 38 Prodotti per pavimentazione**

Si definiscono prodotti per pavimentazione quelli utilizzati per realizzare lo strato di rivestimento dell'intero sistema di pavimentazione.

Per la realizzazione del sistema di pavimentazione si rinvia all'articolo relativo all'esecuzione delle pavimentazioni.

I prodotti vengono di seguito considerati al momento della fornitura; il Direttore dei Lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni secondo le norme vigenti:

a) Norme generali

R.D. 16 novembre 1939, n. 2234 - Norme per l'accettazione dei materiali per pavimentazione;

UNI 7998 - Edilizia. Pavimentazioni. Terminologia;

UNI 7999 - Edilizia. Pavimentazioni. Analisi dei requisiti;

UNI 8437 - Edilizia. Pavimentazioni. Classificazione in base all'isolamento dal rumore di calpestio.

b) Rivestimenti resilienti per pavimentazioni

UNI 5574 - Pavimenti vinilici. Metodi di prova;

UNI EN 661 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della propagazione dell'acqua;

UNI EN 662 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione dell'incurvamento per esposizione all'umidità;

UNI EN 663 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della profondità convenzionale del rilievo;

UNI EN 664 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della perdita di sostanze volatili;

UNI EN 665 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione dell'essudazione dei plastificanti;

UNI EN 666 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della gelatinizzazione;

UNI EN 669 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della stabilità dimensionale delle piastrelle di linoleum dovuta a variazioni dell'umidità atmosferica;

UNI EN 670 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Identificazione del linoleum e determinazione del contenuto di cemento e della cenere residua;

UNI EN 672 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della massa volumica apparente del sughero agglomerato;

UNI EN 684 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della resistenza delle giunzioni;

UNI EN 685 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Classificazione;

UNI EN 686 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Specifica per linoleum liscio e decorativo su un supporto di schiuma;

UNI EN 687 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Specifica per linoleum liscio e decorativo su un supporto di agglomerati compositi di sughero;

UNI EN 688 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Specifica per agglomerati di sughero linoleum.

c) posa in opera

UNI 10329 - Posa dei rivestimenti di pavimentazione. Misurazione del contenuto di umidità negli strati di supporto cementizi o simili.

### **38.1 Prodotti di legno per pavimentazione**

I prodotti di legno per pavimentazione: tavolette, listoni, mosaico di lamelle, blocchetti, ecc. si intendono denominati nelle loro parti costituenti come indicato nella letteratura tecnica. I prodotti di cui sopra devono rispondere a quanto segue:

a) essere della essenza legnosa adatta all'uso e prescritta nel progetto esecutivo;

b) sono ammessi i seguenti difetti visibili sulle facce in vista:

1) qualità I:

- piccoli nodi sani con diametro minore di 2 mm se del colore della specie (minore di 1 mm se di colore diverso) purché presenti su meno del 10% degli elementi del lotto;

- imperfezioni di lavorazione con profondità minore di 1 mm e purché presenti su meno del 10% degli elementi;

2) qualità II:

- piccoli nodi sani con diametro minore di 5 mm se del colore della specie (minore di 2 mm se di colore diverso) purché presenti su meno del 20% degli elementi del lotto;

- imperfezioni di lavorazione come per la classe I;

- piccole fenditure;

- alborno senza limitazioni ma immune da qualsiasi manifesto attacco di insetti;

3) qualità III:

- esenti da difetti che possono compromettere l'impiego (in caso di dubbio valgono le prove di

resistenza meccanica);

- alborno senza limitazioni, ma immune da qualsiasi manifesto attacco di insetti;

c) avere contenuto di umidità tra il 10 ed il 15%;

d) tolleranze sulle dimensioni e finitura:

- listoni: 1 mm sullo spessore; 2 mm sulla larghezza; 5 mm sulla lunghezza;

- tavolette: 0,5 mm sullo spessore; 1,5% sulla larghezza e lunghezza;

- mosaico, quadrotti, ecc.: 0,5 mm sullo spessore; 1,5% sulla larghezza e lunghezza;

- le facce a vista ed i fianchi da accertare saranno lisci;

e) la resistenza meccanica a flessione, la resistenza all'impronta ed altre caratteristiche saranno nei limiti solitamente riscontrati sulla specie legnosa e saranno comunque dichiarati nell'attestato che accompagna la fornitura. Per i metodi di misura valgono quelli indicati nel presente Disciplinare;

f) i prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche, umidità nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.

Nell'imballo un foglio informativo indicherà, oltre al nome del fornitore ed al contenuto, almeno le caratteristiche di cui ai commi da a) ad e).

### **38.2 Piastrelle in ceramica**

Le piastrelle di ceramica per pavimentazioni dovranno essere del materiale indicato nel progetto tenendo conto che le dizioni commerciali e/o tradizionali (cotto, cottoforte, gres, ecc.) devono essere associate alla classificazione basata sul metodo di formatura e sull'assorbimento d'acqua secondo la norma UNI EN 87.

I prodotti di seconda scelta, cioè quelli che rispondono parzialmente alle norme predette, saranno accettati in base alla rispondenza ai valori previsti dal progetto, ed, in mancanza, in base ad accordi tra Direzione dei Lavori e fornitore.

Per i prodotti definiti «pianelle comuni di argilla», «pianelle pressate ed arrotate di argilla» e «mattonelle greificate» dal RD 16 novembre 1939 n. 2234, devono inoltre essere rispettate le prescrizioni seguenti:

- resistenza all'urto 2 Nm (0,20 kgm) minimo;

- resistenza alla flessione 2,5 N/mm<sup>2</sup> (25 kg/cm<sup>2</sup>) minimo;

- coefficiente di usura al tribometro 15 mm per 1 km di percorso.

Per le piastrelle colate (ivi comprese tutte le produzioni artigianali) le caratteristiche rilevanti da misurare ai fini di una qualificazione del materiale sono le stesse indicate per le piastrelle pressate a secco ed estruse (vedi norma UNI EN 87), per cui:

- per quanto attiene ai metodi di prova si rimanda alla normativa UNI EN vigente e già citata;

- per quanto attiene i limiti di accettazione, tenendo in dovuto conto il parametro relativo all'assorbimento d'acqua, i valori di accettazione per le piastrelle ottenute mediante colatura saranno concordati fra produttore ed acquirente, sulla base dei dati tecnici previsti dal progetto o dichiarati dai produttori ed accettate dalla Direzione dei Lavori.

I prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche,

sporcatura, ecc. nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa ed essere accompagnati da fogli informativi riportanti il nome del fornitore e la rispondenza alle prescrizioni predette.

### **38.3 Prodotti di gomma per pavimentazioni**

I prodotti di gomma per pavimentazioni sotto forma di piastrelle e rotoli devono rispondere alle prescrizioni date dal progetto esecutivo ed in mancanza e/o a complemento devono rispondere alle prescrizioni seguenti:

a) essere esenti da difetti visibili (bolle, graffi, macchie, aloni, ecc.) sulle superfici destinate a restare in vista;

b) avere costanza di colore tra i prodotti della stessa fornitura; in caso di contestazione deve risultare entro il contrasto dell'elemento n. 4 della scala dei grigi di cui alla UNI 5137. Per piastrelle di forniture diverse ed in caso di contestazione vale il contrasto dell'elenco n. 3 della scala dei grigi della medesima norma UNI 5137;

c) sulle dimensioni nominali ed ortogonalità dei bordi sono ammesse le tolleranze seguenti:

- piastrelle: lunghezza e larghezza 0,3%, spessore 0,2 mm;

- rotoli: lunghezza 1%, larghezza 0,3%, spessore 0,2 mm;

- piastrelle: scostamento dal lato teorico (in millimetri) non maggiore del prodotto tra dimensione del lato (in millimetri) e 0,0012;

- rotoli: scostamento dal lato teorico non maggiore di 1,5 mm;

d) la durezza deve essere tra 75 e 85 punti di durezza Shore A;

e) la resistenza all'abrasione deve essere non maggiore di 300 mm<sup>3</sup>;

f) la stabilità dimensionale a caldo deve essere non maggiore dello 0,3% per le piastrelle e dello 0,4% per i rotoli;

g) la classe di reazione al fuoco deve essere la prima secondo le norme UNI riportate nel Decreto del Ministero degli Interni del 3 settembre 2001;

h) la resistenza alla bruciatura da sigaretta, intesa come alte razioni di colore prodotte dalla combustione, non deve originare contrasto di colore uguale o minore al n. 2 della scala dei grigi di cui alla UNI 5137. Non sono inoltre ammessi affioramenti o rigonfiamenti;

i) il potere macchiante, inteso come cessione di sostanze che sporcano gli oggetti che vengono a contatto con il rivestimento, per i prodotti colorati non deve dare origine ad un contrasto di colore maggiore di quello dell'elemento N3 della scala dei grigi di cui alla UNI 5137. Per i prodotti neri il contrasto di colore non deve essere maggiore dell'elemento N2;

j) il controllo delle caratteristiche di cui ai commi precedenti, si intende effettuato secondo i criteri indicati dalla norma UNI 8272;

k) i prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche ed agenti atmosferici nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.

Il foglio di accompagnamento indicherà oltre al nome del fornitore almeno le informazioni di cui ai commi da a) ad i).

### **38.4 Prodotti di vinile**

I prodotti di vinile, omogenei e non, ed i tipi eventualmente caricati devono rispondere alle prescrizioni di cui alle seguenti norme:

UNI 5574 - Pavimenti vinilici. Metodi di prova;

UNI EN 649 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti omogenei ed eterogenei per pavimentazioni a base di policloruro di vinile. Specifica;

UNI EN 650 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti per pavimentazioni a base di policloruro di vinile su supporto di iuta o di feltro di poliestere oppure su supporto di feltro di poliestere con policloruro di vinile. Specifica;

UNI EN 651 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti per pavimentazioni a base di policloruro di vinile con strato di schiuma. Specifica;

UNI EN 652 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti per pavimentazioni a base di policloruro di vinile con supporto a base di sughero . Specifica;

UNI EN 653 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti per pavimentazioni a base di policloruro di vinile espanso (cushioned). Specifica;

UNI EN 654 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Piastrelle semiflessibili di policloruro di vinile. Specifica;

UNI EN 655 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Piastrelle di agglomerato di sughero con strato di usura a base di policloruro di vinile. Specifica;

UNI EN 718 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della massa areica di un'armatura o di un supporto dei rivestimenti di polivinile di cloruro per pavimentazioni.

I prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche ed agenti atmosferici nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa. La certificazione rilasciata dal produttore dovrà attestare la rispondenza delle caratteristiche alle norme precitate.

### **38.5 Prodotti di resina**

I prodotti di resina (applicati fluidi od in pasta) per rivestimenti di pavimenti realizzati saranno del tipo realizzato:

- mediante impregnazione semplice (I1);
- a saturazione (I2);
- mediante film con spessori fino a 200 mm (F1) o con spessore superiore (F2);
- con prodotti fluidi cosiddetti autolivellanti (A);
- con prodotti spatolati (S).

I prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche e da agenti atmosferici nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.

Il foglio informativo indicherà, oltre al nome del fornitore, le caratteristiche, le avvertenze per l'uso e per la sicurezza durante l'applicazione.

### 38.6 Prodotti di calcestruzzo per pavimentazioni

I prodotti di calcestruzzo per pavimentazioni a seconda del tipo di prodotto devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza e/o completamento alle seguenti:

1) Mattonelle di cemento con o senza colorazione e superficie levigata; mattonelle di cemento con o senza colorazione con superficie striata o con impronta; marmette e mattonelle a mosaico di cemento e di detriti di pietra con superficie levigata.

I prodotti sopracitati devono rispondere al RD 2234 del 16 novembre 1939 per quanto riguarda le caratteristiche di resistenza all'urto, resistenza alla flessione e coefficiente di usura al tribometro ed alle prescrizioni del progetto.

Le mattonelle di cemento potranno essere:

- con o senza colorazione e superficie levigata;
- con o senza colorazione con superficie striata o con impronta;
- a mosaico di cemento e di detriti di pietra con superficie levigata.

I suddetti prodotti devono rispondere alle prescrizioni del R.D. 2234 del 16 novembre 1939, per quanto riguarda le caratteristiche di resistenza all'urto, resistenza alla flessione e coefficiente di usura al tribometro ed alle prescrizioni progettuali.

Le mattonelle di cemento sono particolarmente adatte per pavimentazione di interni, di balconi, e di terrazze. Devono essere formate di due strati: quello inferiore costituito di conglomerato cementizio, quello superiore, con spessore minimo di 0,5 cm, costituito da malta ad alta percentuale di cemento. L'eventuale aggiunta di materie coloranti puo' anche essere limitata alla parte superficiale di logoramento (spessore minimo pari a 0.2 cm).

Il peso delle mattonelle occorrenti per l' esecuzione di un metro quadrato di pavimentazione è di circa 36 kg.

Norme di riferimento

UNI 2623 - Mattonella quadrata di conglomerato cementizio;

UNI 2624 - Mattonella rettangolare di conglomerato cementizio;

UNI 2625 - Mattonella esagonale di conglomerato cementizio;

UNI 2626 - Marmette quadrate di conglomerato cementizio;

UNI 2627 - Marmette rettangolari di conglomerato cementizio;

UNI 2628 - Pietrini quadrati di conglomerato cementizio;

UNI 2629 - Pietrini rettangolari di conglomerato cementizio.

2) Masselli di calcestruzzo per pavimentazioni. I masselli di calcestruzzo per pavimentazioni saranno definiti e classificati in base alla loro forma, dimensioni, colore e resistenza caratteristica; per la terminologia delle parti componenti il massello e delle geometrie di posa ottenibili si rinvia alla documentazione tecnica. Essi devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza o da loro completamento devono rispondere a quanto segue:

- essere esenti da difetti visibili e di forma quali protuberanze, bave, incavi che superino le tolleranze dimensionali ammesse. Sulle dimensioni nominali è ammessa la tolleranza di 3 mm per un singolo elemento e 2 mm quale media delle misure sul campione prelevato;
- le facce di usura e di appoggio devono essere parallele tra loro con tolleranza massima del

- 15% per il singolo massello e del 10% sulle medie;
- la massa volumica deve scostarsi da quella nominale (dichiarata dal fabbricante) non più del 15% per il singolo massello e non più del 10% per le medie;
- il coefficiente di trasmissione meccanica non deve essere minore di quello dichiarato dal fabbricante;
- il coefficiente di aderenza delle facce laterali deve essere il valore nominale con tolleranza massima del 5% per il singolo elemento e del 3% per le medie;
- la resistenza convenzionale alla compressione deve essere maggiore di 50 N/mm<sup>2</sup> per il singolo elemento e maggiore di 60 N/mm<sup>2</sup> per la media;

I prodotti saranno forniti su appositi pallets opportunamente legati ed eventualmente protetti dall'azione di sostanze sporcanti. Il foglio informativo indicherà, oltre al nome del fornitore, almeno le caratteristiche di cui sopra e le istruzioni per la movimentazione, sicurezza e posa.

Norme di riferimento

UNI 9065-1 - Masselli di calcestruzzo per pavimentazioni. Terminologia e classificazione;

UNI 9065-2 - Masselli di calcestruzzo per pavimentazioni. Metodo di prova e di calcolo;

UNI 9065-3 - Masselli di calcestruzzo per pavimentazioni. Limiti di accettazione.

### **38.7 Prodotti di pietre naturali**

I prodotti di pietre naturali o ricostruite per pavimentazioni, si intendono definiti come segue:

- elemento lapideo naturale: elemento costituito integralmente da materiali lapideo (senza aggiunta di leganti);
- elemento lapideo ricostituito (conglomerato): elemento costituito da frammenti lapidei naturali legati con cemento o con resine;
- lastra rifilata: elemento con le dimensioni fissate in funzione del luogo d'impiego, solitamente con una dimensione maggiore di 60 cm e spessore di regola non minore di 2 cm;
- marmetta: elemento con le dimensioni fissate dal produttore ed indipendenti dal luogo di posa, solitamente con dimensioni minori di 60 cm e con spessore di regola minore di 2 cm;
- marmetta calibrata: elemento lavorato meccanicamente per mantenere lo spessore entro le tolleranze dichiarate;
- marmetta rettificata: elemento lavorato meccanicamente per mantenere la lunghezza e/o larghezza entro le tolleranze dichiarate.

In mancanza di tolleranze su disegni di progetto si intende che le lastre grezze contengono la dimensione nominale; le lastre finite, marmette, ecc. hanno tolleranza 1 mm sulla larghezza e lunghezza e 2 mm sullo spessore (per prodotti da incollare le tolleranze predette saranno ridotte).

Le lastre ed i quadrelli di marmo o di altre pietre dovranno inoltre rispondere al RD 2234 del 16 novembre 1939 per quanto attiene il coefficiente di usura al tribometro in mm.

Le forniture avverranno su pallets ed i prodotti saranno opportunamente legati ed eventualmente protetti dall'azione di sostanze sporcanti. Il foglio informativo indicherà almeno le caratteristiche di cui sopra e le istruzioni per la movimentazione, sicurezza e posa.



## **CAPO II - MODALITA' DI ESECUZIONE DELLE LAVORAZIONI**

### **Art. 39 Opere provvisionali**

Sono a totale carico dell'impresa appaltatrice tutti i ripristini necessari alla sistemazione degli scavi, delle opere in costruzione e delle opere provvisionali, quali ture e piste di accesso, a seguito di avvenimenti alluvionali ed allagamenti in genere.

Le opere provvisionali dovranno essere dimensionate in modo connesso alla tipologia del corso d'acqua o del ricettore idrico nelle cui prossimità si opera; eventuali danni alla costruzione per insufficienza delle opere provvisionali di protezione non potranno essere motivo di richiesta di indennizzo a meno che non si sia in presenza di danni di forza maggiore causati da eventi caratterizzati da palese e conclamata eccezionalità.

Per quanto concerne gli scavi in alveo l'Appaltatore sarà tenuto a tutte le opere di diversione provvisoria delle acque del corso d'acqua previa ottenimento del necessario Nulla Osta Idraulico presso la competente Autorità. Tale autorizzazione provvisoria sarà chiesta autonomamente dall'Appaltatore tenendo completamente indenni la Direzione dei Lavori e la Stazione Appaltante da eventuali operazioni eseguite in assenza di essa.

### **Art. 40 Demolizioni e rimozioni**

Prima di iniziare i lavori in argomento l'Appaltatore dovrà accertare con ogni cura la natura, lo stato ed il sistema costruttivo delle opere da demolire, disfare o rimuovere, al fine di affrontare con tempestività ed adeguatezza di mezzi ogni evenienza che possa comunque presentarsi.

Salvo diversa prescrizione, l'Appaltatore disporrà la tecnica più idonea, le opere provvisionali, i mezzi d'opera, i macchinari e l'impiego del personale. Di conseguenza sia l'Amministrazione Appaltante, che il personale tutto di direzione e sorveglianza resteranno esclusi da ogni responsabilità connessa alla esecuzione dei lavori di cui trattasi.

Dovranno altresì essere osservate, in fase esecutiva, le norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro nelle costruzioni riportate nel D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81.

Prima di dare inizio alle demolizioni dovranno essere interrotte tutte le eventuali erogazioni, nonché gli attacchi e gli sbocchi di qualunque genere e tipo; dovranno altresì essere vuotati tubi e serbatoi. Dovrà inoltre assicurarsi dell'avvenuto accertamento e successiva eliminazione di elementi in amianto in conformità alle prescrizioni del D.M. 6 settembre 1994 recante «Normative e metodologie tecniche di applicazione dell'art. 6, comma 3, e dell'art. 12, comma 2, della legge 27 marzo 1992, n. 257, relativa alla cessazione dell'impiego dell'amianto».

La zona dei lavori dovrà essere opportunamente delimitata ed i passaggi dovranno essere ben individuati ed idoneamente protetti; analoghe protezioni dovranno essere adottate per tutte le zone interne ed esterne al cantiere o ai cantieri che possano essere comunque interessate dalla caduta di materiali di vario genere. Nella zona sottostante la demolizione deve essere vietata

la sosta ed il transito di persone e mezzi, delimitando la zona stessa con appositi sbarramenti. L'accesso allo sbocco dei canali di scarico per il caricamento ed il trasporto del materiale accumulato deve essere consentito soltanto dopo che sia stato sospeso lo scarico dall'alto.

Le opere provvisorie, in legno o in ferro, devono essere allestite sulla base di giustificati calcoli di resistenza; esse devono essere conservate in efficienza per l'intera durata del lavoro, secondo le prescrizioni specifiche del piano di sicurezza. Prima di reimpiegare elementi di ponteggi di qualsiasi tipo si deve provvedere alla loro revisione per eliminare le parti non ritenute più idonee. In particolare per gli elementi metallici devono essere sottoposti a controllo della resistenza meccanica e della preservazione alla ruggine degli elementi soggetti ad usura come ad esempio: giunti, spinotti, bulloni, lastre, cerniere, ecc. Il coordinatore per l'esecuzione dei lavori e/o il Direttore dei Lavori potrà ordinare l'esecuzione di prove per verificare la resistenza degli elementi strutturali provvisorie impiegati dall'appaltatore. Prima dell'inizio di lavori di demolizione è fatto obbligo di procedere alla verifica delle condizioni di conservazione e di stabilità delle strutture da demolire e dell'eventuale influenza su strutture limitrofe. In relazione al risultato di tale verifica devono essere eseguite le opere di rafforzamento e di puntellamento necessarie ad evitare che, durante la demolizione, si possano verificare crolli intempestivi o danni anche a strutture di edifici confinanti o adiacenti.

I lavori di demolizione come stabilito, dall'art. 72 del D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164, devono procedere con cautela e con ordine dall'alto verso il basso ovvero secondo le indicazioni del piano operativo di sicurezza e devono essere condotti in maniera da non pregiudicare la stabilità delle strutture portanti o di collegamento e di quegli eventuali edifici adiacenti, ricorrendo, ove occorra, al loro preventivo puntellamento.

Particolare attenzione dovrà essere posta per evitare che si creino zone di instabilità strutturale, anche se localizzate. In questo caso, specie nelle sospensioni dei lavori, si dovrà provvedere ad opportune opere di sbarramento.

La successione dei lavori, quando si tratti di importanti ed estese demolizioni, deve risultare da apposito programma il quale deve essere firmato dall'appaltatore, dal coordinatore per l'esecuzione dei lavori e dal Direttore dei Lavori e deve essere tenuto a disposizione degli ispettori del lavoro.

Nella demolizione delle murature sarà tassativamente vietato il lavoro degli operai sulle strutture da demolire; questi dovranno servirsi di appositi ponteggi, indipendenti da dette strutture. Salvo esplicita autorizzazione della Direzione dei Lavori, ferma restando nel caso la responsabilità dell'Appaltatore, sarà vietato altresì l'uso di esplosivi nonché ogni intervento basato su azioni di scalzamento al piede, ribaltamento per spinta o per trazione.

Per l'attacco con taglio ossidrico od elettrico di parti rivestite con pitture al piombo, saranno adottate opportune cautele contro i pericoli di avvelenamento da vapori di piombo a norma dell'Art. 8 della Legge n. 706 in data 19 luglio 1961.

Le demolizioni, i disfacimenti e le rimozioni in genere dovranno essere limitate alle parti e dimensioni prescritte. Ove per errore o per mancanza di cautele, puntellamenti ecc., tali interventi venissero estesi a parti non dovute, l'Appaltatore sarà tenuto, a propria cura e spese, al

ripristino delle stesse, fermo restando ogni responsabilità per eventuali danni.

Tutti i materiali provenienti dalle operazioni in argomento, ove non diversamente specificato in altre parti del presente Disciplinare o disposto diversamente dalla Direzione dei Lavori mediante ordine di servizio, resteranno di proprietà della Amministrazione Appaltante. Competerà però all'Appaltatore l'onere della selezione, pulizia, trasporto ed immagazzinamento nei depositi od accatastamento nelle aree che fisserà la Direzione dei Lavori, dei materiali utilizzabili ed il trasporto a rifiuto, a qualunque distanza, dei materiali di scarto.

Il materiale proveniente dagli scavi che dovrà essere riutilizzato dovrà essere depositato entro l'ambito del cantiere, o su aree precedentemente indicate ovvero in zone tali da non costituire intralcio al movimento di uomini e mezzi durante l'esecuzione dei lavori.

La stazione appaltante, salvi i diritti che spettano allo Stato a termini di legge, si riserva la proprietà degli oggetti di valore e di quelli che interessano la scienza, la storia, l'arte o l'archeologia o l'etnologia, compresi i relativi frammenti, che si rinverranno nei fondi occupati per l'esecuzione dei lavori e per i rispettivi cantieri e nella sede dei lavori stessi. L'appaltatore dovrà pertanto consegnarli alla stazione appaltante, che gli rimborserà le spese incontrate per la loro conservazione e per le speciali operazioni che fossero state espressamente ordinate al fine di assicurarne l'incolumità ed il diligente recupero.

Qualora l'appaltatore, nella esecuzione dei lavori, scopra ruderi monumentali, deve darne subito notizia al Direttore dei Lavori e non può demolirli né alterarli in qualsiasi modo senza il preventivo permesso del direttore stesso.

L'appaltatore deve denunciare immediatamente alle forze di pubblica sicurezza il rinvenimento di sepolcri, tombe, cadaveri e scheletri umani, ancorché attinenti pratiche funerarie antiche, nonché il rinvenimento di cose, consacrate o meno, che formino o abbiano formato oggetto di culto religioso o siano destinate all'esercizio del culto o formino oggetto della pietà verso i defunti. L'appaltatore dovrà altresì darne immediata comunicazione al Direttore dei Lavori, che potrà ordinare adeguate azioni per una temporanea e migliore conservazione, segnalando eventuali danneggiamenti all'autorità giudiziaria.

#### **40.1 Demolizione per rovesciamento**

Salvo l'osservanza delle leggi e dei regolamenti speciali e locali, la demolizione di parti di strutture aventi altezza sul terreno non superiore a 5,00 m può essere effettuata mediante rovesciamento per trazione o per spinta.

La trazione o la spinta deve essere esercitata in modo graduale e senza strappi e deve essere eseguita soltanto su elementi di struttura opportunamente isolati dal resto del fabbricato in demolizione in modo da non determinare crolli intempestivi o non previsti di altre parti.

Devono inoltre essere adottate le precauzioni necessarie per la sicurezza del lavoro quali: trazione da distanza non minore di una volta e mezzo l'altezza del muro o della struttura da abbattere e allontanamento degli operai dalla zona interessata.

Si può procedere allo scalzamento dell'opera da abbattere per facilitarne la caduta soltanto quando essa sia stata adeguatamente puntellata; la successiva rimozione dei puntelli deve es-

sere eseguita a distanza a mezzo di funi.

Il rovesciamento per spinta può essere effettuato con martinetti solo per opere di altezza non superiore a 3 m, con l'ausilio di puntelli sussidiari contro il ritorno degli elementi smossi.

Deve essere evitato in ogni caso che per lo scuotimento del terreno in seguito alla caduta delle strutture o di grossi blocchi possano derivare danni o lesioni agli edifici vicini o ad opere adiacenti o risultare pericolosi per i lavoratori addetti.

### **Art. 41 Scavi**

Tutte le operazioni di scavo dovranno rispettare quanto previsto dall'art. 186 del D.Lgs. 3 aprile 2006, n°, dall'art. 8 ter del D.Lgs. 30 dicembre 2008, n° 208 e dalla Legge 27 febbraio 2009, n° 13.

Gli scavi in genere per qualsiasi lavoro dovranno essere eseguiti secondo i disegni di progetto e le particolari prescrizioni che saranno date, all'atto esecutivo, dalla Direzione dei lavori. Nell'esecuzione degli scavi l'Appaltatore dovrà procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti, restando esso oltreché totalmente responsabile di eventuali danni alle persone ed alle opere, anche obbligato a provvedere a suo carico e spese alla rimozione delle materie frante.

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

Le materie provenienti dagli scavi, ove non siano utilizzabili, o non ritenute adatte, a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori, ad altro impiego nei lavori, dovranno essere portate a rifiuto fuori della sede del cantiere, ai pubblici scarichi, ovvero su aree che l'Appaltatore dovrà provvedere a sue cure e spese.

Qualora le materie provenienti dagli scavi dovessero essere utilizzate per tombamenti, rinterramenti o ripristini di strati colturali, esse dovranno essere depositate in luogo adatto, accettato dalla Direzione dei Lavori, per essere poi riprese a tempo opportuno.

In ogni caso le materie depositate non dovranno riuscire di danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private ed al libero deflusso delle acque scorrenti alla superficie.

L'appaltatore prima di eseguire gli scavi o gli sbancamenti previsti dovrà verificare la presenza di eventuali scavi precedenti, tubazioni di acqua, gas e fognature, cavi elettrici e telefonici, cavità sotterranee, ecc., eventualmente non indicati negli elaborati progettuali, in modo da potere impiegare i mezzi idonei per l'esecuzione dei lavori in appalto.

É vietato, secondo le prescrizioni dell'art. 120 del D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81, costituire depositi di materiali presso il ciglio degli scavi, soprattutto se privi delle necessarie armature, in quanto il materiale accumulato può esercitare pressioni tali da provocare frane.

Qualora tali depositi siano necessari per le condizioni del lavoro, si deve provvedere alle necessarie puntellature.

Quando si eseguono lavori entro pozzi, fogne, cunicoli, camini e fosse in genere, come stabilisce l'art. 121 del D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81, devono essere adottate idonee misure di sicurezza contro i pericoli derivanti dalla presenza di gas o vapori tossici, asfissianti, infiammabili

o esplosivi, specie in rapporto alla natura geologica del terreno o alla vicinanza di fabbriche, depositi, raffinerie, stazioni di compressione e di decompressione, metanodotti e condutture di gas, che possono dar luogo ad infiltrazione di sostanze pericolose.

Quando sia accertata o sia da temere la presenza di gas tossici, asfissianti o l'irrespirabilità dell'aria ambiente e non sia possibile assicurare un'efficiente aerazione ed una completa bonifica, i lavoratori devono essere provvisti di apparecchi respiratori, ed essere muniti di cintura di sicurezza con bretelle passanti sotto le ascelle collegate a funi di salvataggio, le quali devono essere tenute all'esterno dal personale addetto alla sorveglianza. Questo deve mantenersi in continuo collegamento con gli operai all'interno ed essere in grado di sollevare prontamente all'esterno il lavoratore colpito dai gas. Possono essere adoperate le maschere respiratorie, in luogo di autorespiratori, solo quando, accertate la natura e la concentrazione dei gas o vapori nocivi o asfissianti, esse offrano garanzia di sicurezza e sempreché sia assicurata un'efficace e continua aerazione.

Quando è stata accertata la presenza di gas infiammabili o esplosivi, deve provvedersi alla bonifica dell'ambiente mediante idonea ventilazione; deve inoltre vietarsi, anche dopo la bonifica, se siano da temere emanazioni di gas pericolosi, l'uso di apparecchi a fiamma, di corpi incandescenti e di apparecchi comunque suscettibili di provocare fiamme o surriscaldamenti atti ad incendiare il gas. Nei casi sopra previsti i lavoratori devono operare in abbinamento nell'esecuzione dei lavori.

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per la sistemazione delle strade e dei collegamenti esterni ed interni, la collocazione, ove necessario di ponticelli, andatoie, rampe, scalette di adeguata portanza e sicurezza.

Prima di dare inizio ai lavori di sistemazione, varianti, allargamenti ed attraversamenti di strade esistenti, l'impresa è tenuta ad informarsi se eventualmente nelle zone nelle quali ricadono i lavori stessi esistono cavi sotterranei (telefonici, telegrafici, elettrici) o condutture (acquedotti, gasdotti, fognature). In caso affermativo l'impresa dovrà comunicare agli Enti proprietari di dette opere (Enel, Telecom, P.T., Comuni, Consorzi, Società, etc.) la data presumibile dell'esecuzione dei lavori nelle zone interessate, chiedendo altresì tutti quei dati (ubicazione, profondità, etc.) necessari al fine di eseguire tutti i lavori con quelle cautele opportune per evitare danni alle opere suaccennate.

Il maggior onere al quale l'impresa dovrà sottostare per l'esecuzione dei lavori in dette condizioni si intende compreso e compensato con i prezzi di elenco. Qualora, nonostante le cautele usate, si dovessero manifestare danni ai cavi o alle condotte, l'impresa dovrà procedere a darne immediato avviso mediante telegramma sia agli enti proprietari delle strade che agli enti proprietari delle opere danneggiate oltre che, naturalmente, alla Direzione dei Lavori. Rimane stabilito ben fissato che nei confronti dei proprietari delle opere danneggiate l'unica responsabile rimane l'Impresa, restando del tutto estranea l'Amministrazione e la Direzione dei Lavori da qualsiasi vertenza, sia essa civile che penale.

Durante i lavori deve essere assicurata nei cantieri la viabilità delle persone e dei veicoli. Le rampe di accesso al fondo degli scavi di splateamento o di sbancamento devono avere una

carreggiata solida, atta a resistere al transito dei mezzi di trasporto di cui è previsto l'impiego, ed una pendenza adeguata alla possibilità dei mezzi stessi.

La larghezza delle rampe deve essere tale da consentire un franco di almeno 70 cm, oltre la sagoma di ingombro del veicolo. Qualora nei tratti lunghi il franco sia limitato ad un solo lato, devono essere realizzate piazzuole o nicchie di rifugio ad intervalli non superiori a 20,00 m lungo l'altro lato. I viottoli e le scale con gradini ricavati nel terreno o nella roccia devono essere provvisti di parapetto nei tratti prospicienti il vuoto quando il dislivello superi i 2,00 m.

Le alzate dei gradini ricavati in terreno friabile devono essere sostenute, ove occorra, con tavole e paletti robusti. Alle vie di accesso ed ai punti pericolosi non proteggibili devono essere apposte segnalazioni opportune e devono essere adottate le precauzioni necessarie per evitare la caduta di gravi dal terreno a monte dei posti di lavoro.

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per lo smacchiamento generale della zona interessata dai lavori, ivi incluso il taglio di alberi, siepi e l'estirpazione di eventuali ceppaie. Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per l'esaurimento delle acque superficiali o di infiltrazione concorrenti nei cavi e l'esecuzione di opere provvisoriale per lo scolo e la deviazione preventiva di esse dalle sedi stradali o dal cantiere, in generale.

L'appaltatore dopo l'esecuzione degli scavi non può iniziare l'esecuzione delle strutture di fondazione, prima che la Direzione dei Lavori abbia verificato la rispondenza geometrica degli scavi o sbancamenti alle prescrizioni del progetto esecutivo e l'eventuale successiva verifica geologica e geotecnica del terreno di fondazione.

L'appaltatore ha l'obbligo e l'onere di riparare o provvedere al pagamento delle spese di riparazione alle aziende erogatrici di eventuali sottoservizi (allacci fognari, tubazione di adduzione acqua, gas, ecc.) danneggiati con o senza incuria dall'impresa durante gli scavi e demolizioni e certificati dalla Direzione dei Lavori.

#### **41.1 Rilievi - capisaldi - tracciati**

Prima di dare inizio a lavori che interessino in qualunque modo movimenti di materie, l'Appaltatore dovrà verificare la rispondenza dei piani quotati, dei profili e delle sezioni allegati al Contratto o successivamente consegnati, segnalando alla Direzione dei Lavori eventuali discordanze, per iscritto, nel termine di 15 giorni dalla consegna. In difetto, i dati plano-altimetrici riportati in detti allegati si intenderanno definitivamente accettati, a qualunque titolo. Nel caso che gli allegati di cui sopra non risultassero completi di tutti gli elementi necessari, o nel caso che non risultassero inseriti nel Contratto di appalto o successivamente consegnati, l'Appaltatore sarà tenuto a richiedere, in sede di consegna od al massimo entro 15 giorni dalla stessa, l'esecuzione in contraddittorio dei rilievi e la redazione degli elaborati e dei grafici relativi.

In difetto, nessuna pretesa o giustificazione potrà essere accampata dall'Appaltatore per eventuali ritardi sul programma esecutivo dei lavori o sull'ultimazione dei medesimi.

Tutte le quote dovranno essere riferite a capisaldi di facile individuazione e di sicura inamovibilità. L'elenco dei capisaldi sarà annotato nel verbale di consegna od in apposito successivo

verbale.

Spetterà all'Appaltatore l'onere della conservazione degli stessi fino al collaudo. I capisaldi dovranno avere ben visibili ed indelebili i dati delle coordinate ortogonali e la quota altimetrica.

Prima di dare inizio ai lavori, l'Appaltatore sarà obbligato ad eseguire la picchettazione completa delle opere ed a indicare con opportune modine i limiti degli scavi e dei riporti. Sarà tenuto altresì al tracciamento di tutte le opere, in base agli esecutivi di progetto, con l'obbligo di conservazione dei picchetti e delle modine.

#### **41.2 Drenaggi ed opere di aggettamento**

In tutti gli scavi in genere l'Appaltatore dovrà procedere nei lavori in modo da mantenere libero, a sue spese, il naturale scolo delle acque e togliere ogni impedimento che si opponesse ad ogni causa di rigurgito.

Quando non sia possibile far defluire regolarmente le acque che si possono raccogliere negli scavi, sia per infiltrazione, sia per cause esterne anche impreviste e dovute a forza maggiore, l'Appaltatore eseguirà le deviazioni delle correnti superficiali e gli esaurimenti con quei mezzi naturali, come canali fugatori, savanelle, od altro, ovvero mezzi meccanici con impiego di pompe a mano e anche a motore che comunque siano adatte allo scopo.

L'onere dell'esaurimento delle acque superficiali e sotterranee e per il mantenimento dei naturali deflussi, si intende esteso non solo al periodo di esecuzione degli scavi di qualunque specie, ma anche a quello successivo, per l'esecuzione delle opere per le quali i detti scavi sono stati praticamente eseguiti.

#### **41.3 Continuità dei corsi d'acqua, delle rogge o canali**

L'Appaltatore dovrà, salvo casi speciali stabiliti di volta in volta dalla Direzione dei Lavori, provvedere con diligenza, a sua cura e spese, ad assicurare la continuità dei corsi d'acqua intersecati o interferenti con i lavori. A tal fine dovranno, se del caso essere realizzati idonei canali, da mantenere convenientemente spurgati, lungo i quali far defluire le acque sino al luogo di smaltimento, evitando in tale modo l'allagamento degli scavi.

Non appena realizzate le opere, l'Appaltatore dovrà, sempre a sua cura e spese, provvedere con tutta sollecitudine a riattivare l'originario letto del corso d'acqua, eliminando i canali e ponendo in pristino stato il terreno interessato dagli stessi.

L'Appaltatore dovrà curare che, per effetto delle opere di convogliamento e smaltimento delle acque, non derivino danni a terzi; in ogni caso Egli è tenuto a sollevare la Stazione Appaltante da ogni spesa per compensi che dovessero essere pagati e per liti che avessero ad insorgere.

#### **41.4 Scavi generali di sbancamento**

Per scavi di sbancamento o sterri andanti si intenderanno quelli occorrenti per lo scoticamento dello strato colturale, per la formazione di piazzali ed opere accessorie, per lo spianamento del terreno sede di eventuali costruzioni, per la formazione di piani di appoggio di platee di fondazione, di vespai, di orlature e sottofasce, per la creazione di rampe incassate, per la for-

mazione di trincee, di cassonetti stradali, di cunette, di cunettoni, di fossi e canali, nonché quelli occorrenti per l'incasso di opere d'arte se ricadenti al di sopra 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.

Quando l'intero scavo dovesse risultare aperto su di un lato e non venisse ordinato lo scavo a tratti, il punto più depresso sarà quello terminale. Saranno comunque considerati scavi di sbancamento anche tutti i tagli a larga sezione, che pur non rientrando nelle precedenti casistiche e definizioni, potranno tuttavia consentire l'accesso con rampa ai mezzi di scavo, nonché quelli a quelli di caricamento e trasporto delle materie.

L'esecuzione degli scavi di sbancamento potrà essere richiesta dalla Direzione dei Lavori, se necessario, anche per campioni di qualsiasi tratta, senza che per questo l'Appaltatore possa avere nulla a pretendere.

Nei lavori di splateamento o sbancamento eseguiti senza l'impiego di escavatori meccanici, le pareti delle fronti di attacco, secondo le prescrizioni dell'art. 118 del D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81, devono avere un'inclinazione o un tracciato tali, in relazione alla natura del terreno, da impedire franamenti. Quando la parete del fronte di attacco supera l'altezza di 1,50 m è vietato il sistema di scavo manuale per scalzamento alla base e conseguente franamento della parete.

Quando per la particolare natura del terreno o per causa di piogge, di infiltrazione, di gelo o disgelo, o per altri motivi, siano da temere frane o scoscendimenti, deve provvedersi all'armatura o al consolidamento del terreno.

Nei lavori di scavo eseguiti con mezzi meccanici deve essere vietata la presenza degli operai nel campo di azione dell'escavatore e sul ciglio del fronte di attacco.

Il posto di manovra dell'addetto all'escavatore, quando questo non sia munito di cabina metallica, deve essere protetto con solido riparo. Ai lavoratori deve essere fatto esplicito divieto di avvicinarsi alla base della parete di attacco e, in quanto necessario in relazione all'altezza dello scavo o alle condizioni di accessibilità del ciglio della platea superiore, la zona superiore di pericolo deve essere almeno delimitata mediante opportune segnalazioni spostabili col proseguire dello scavo.

#### **41.5 Scavi di fondazione**

Per scavi di fondazione in generale si intenderanno quelli ricadenti al disotto del piano orizzontale di cui al precedente punto, chiusi tra pareti verticali o meno, riproducenti il perimetro delle fondazioni; nella pluralità di casi quindi, si tratterà di scavi incassati ed a sezione ristretta. Saranno comunque considerati come scavi di fondazione quelli eseguiti per dar luogo alle condotte, ai fossi ed alle cunette (per la parte ricadente sotto il piano di cassonetto o, più in generale, di splateamento).

Qualunque fosse la natura e la qualità del terreno interessato, gli scavi di fondazione dovranno essere spinti fino alla profondità che la Direzione dei Lavori riterrà più opportuna, intendendosi quella di progetto unicamente indicativa, senza che per questo l'Appaltatore possa muovere eccezioni o far richiesta di particolari compensi.



Gli scavi di fondazione dovranno di norma essere eseguiti a pareti verticali e l'Appaltatore dovrà, occorrendo, sostenerli con convenienti armature e sbadacchiature, restando a carico ogni danno a persone e cose provocato da franamenti e simili. Il piano di fondazione sarà reso perfettamente orizzontale, ed ove il terreno dovesse risultare in pendenza, sarà sagomato a gradoni con piani in leggera contropendenza.

Nello scavo di pozzi e di trincee profondi più di 1,50 m, quando la consistenza del terreno non dia sufficiente garanzia di stabilità, anche in relazione alla pendenza delle pareti, secondo le prescrizioni dell'art. 119 del D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81, si deve provvedere, man mano che procede lo scavo, all'applicazione delle necessarie armature di sostegno.

Le tavole di rivestimento delle pareti devono sporgere dai bordi degli scavi almeno 30 cm rispetto al livello del terreno o stradale.

Nello scavo dei cunicoli, salvo che si tratti di roccia che non presenti pericolo di distacchi, devono predisporre idonee armature per evitare franamenti della volta e delle pareti. Dette armature devono essere applicate man mano che procede il lavoro di avanzamento; la loro rimozione può essere effettuata in relazione al progredire del rivestimento in muratura.

Idonee armature e precauzioni devono essere adottate nelle sottomurazioni e quando in vicinanza dei relativi scavi vi siano edifici o manufatti, le cui fondazioni possano essere scoperte o indebolite dagli scavi.

Nell'infissione di pali di fondazione devono essere adottate misure e precauzioni per evitare che gli scuotimenti del terreno producano lesioni o danni alle opere vicine, con pericolo per i lavoratori.

Nei lavori in pozzi di fondazione profondi oltre 3,00 m deve essere disposto, a protezione degli operai addetti allo scavo ed all'esportazione del materiale scavato, un robusto impalcato con apertura per il passaggio della benna.

#### **41.6 Scavo in roccia**

Vengono definite rocce dure da mina quelle costituite da materie richiedenti, per la loro rottura ed asportazione, l'uso delle mine.

L'impiego delle mine sarà vietato nei casi in cui ne sia stato interdetto l'uso dalle competenti Autorità o quando, a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori, il loro uso possa arrecare danno alla buona riuscita delle opere o a manufatti o piantagioni esistenti in prossimità o infine alla sicurezza del transito e del personale.

In ogni caso l'Appaltatore dovrà, per l'esecuzione e l'esplosione delle mine, ottemperare a tutte le prescrizioni vigenti e sarà in ogni caso responsabile di ogni conseguenza.

#### **41.7 Scavi per la formazione della diga in calcestruzzo e della vasca di dissipazione**

La disposizione, l'ubicazione e le dimensioni degli scavi predetti, quali risultano dai disegni di progetto sono soltanto indicative e perciò approssimative.

Le definitive saranno stabilite soltanto man mano che il lavoro di escavazione procederà e che saranno note la natura e le condizioni del terreno sottostante.

Di tali circostanze e soggezioni l'Appaltatore dichiara di essere pienamente edotto e di averne

tenuto in debito conto nell'offerta.

La cura più rigorosa dovrà essere posta nella esecuzione degli scavi tanto al fondo quanto lungo le scarpate e pertanto si avrà cura di distribuire i fori da mina e di limitarne le relative cariche in modo da non fessurare e sconnettere la roccia al di là dei limiti di scavo indicati.

Le quote e la forma definitiva delle superfici di fondazione saranno fissate insindacabilmente dalla Direzione Lavori dopo che, con il progredire degli scavi, siano note le qualità della roccia, ed il Servizio Dighe abbia espresso il suo parere.

Per quanto riguarda lo scavo per la preparazione dell'imbasamento della diga resta in ogni modo stabilito che l'asportazione dell'ultimo strato di roccia per arrivare al piano definitivo di fondazione sarà eseguito con il solo uso di martelli demolitori pesanti o leggeri, di cunei, punte e mazze, rimanendo assolutamente vietato l'impiego di esplosivi.

Con questi ultimi mezzi dovrà essere eseguita dapprima l'asportazione della roccia sconnessa o comunque alterata dalle mine e poi la regolarizzazione finale delle superfici di scavo consistente nel taglio di tutte le punte e sporgenze e nella ripulitura di tutte le fessure e cavità onde prepararle al completo riempimento con calcestruzzo.

Subito dopo tale regolarizzazione, verrà eseguita su tutta la superficie una intensa lavatura con acqua ed aria a forte pressione ed insieme una raschiatura con ferri, rastrelli, spazzole metalliche al fine di rimuovere ed asportare tutti i detriti, le scaglie, le parti distaccate, sconnesse, terrose, argillose ed incoerenti non solo dal piano di fondazione ma anche dalle eventuali fessure.

Le acque, i detriti, la fanghiglia che non defluissero prontamente dal cavo di fondazione verranno subito estratti con aspiratori.

Ove sulla superficie di fondazione si rinvenisse, in zona a strisce di estensione anche piccola, roccia rotta, frantumata, eterogenea od alterata essa deve essere asportata con il mezzo più opportuno con ogni cura.

Se da questa asportazione derivassero cavità fuori sagoma di fondazione alquanto estese ovvero ristrette a labbri ravvicinati od anche risultassero gradini o riseghe, si provvederà dopo pulitura e preparazione della superficie analoga a quella generale sopra descritta, ad un preliminare riempimento o rinfianco con calcestruzzo anche armato.

Dopo compiute le iniezioni di impermeabilizzazione di cui appresso, zona per zona, poco prima dei getti, verrà eseguita una seconda pulitura della superficie di fondazione con i sistemi di cui sopra; fra l'altro dovranno asportarsi le croste di boiaccia ed ogni altro residuo delle operazioni di perforazione ed iniezione, pure immediatamente prima del getto, zona per zona verrà versata e sparsa sulla superficie in parola della malta densa di cemento e dovrà essere curata la sua penetrazione ed il completo riempimento con essa di tutte le minute cavità della roccia, tutto secondo quanto previsto in progetto salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori.

Negli scavi di fondazione della diga, l'aggottamento ed il sollevamento delle acque sono in ogni caso ed interamente a carico dell'Appaltatore, qualunque sia il valore complessivo della portata da dedurre.

In particolare i piani di fondazione dovranno formare oggetto di un accurato piano quotato a curve di livello, con la rappresentazione delle litoclasti.

#### **41.8 Scavo per la posa delle condotte interrato**

La profondità di posa delle condotte sarà insindacabilmente fissata dalla Direzione dei Lavori sulla base dei profili di progetto e delle risultanze plano-altimetriche dei disegni di prima pianta.

Dovrà essere obbligatoriamente scremato ed accatastato separatamente lo strato di terreno colturale dal resto della porzione di materiale scavato, al fine di un suo ripristino finale senza alcuna presenza di materiale litoide.

La larghezza del fondo dello scavo sarà tale da consentire di lavorare in buone condizioni, il tutto come risulta dagli elaborati grafici progettuali.

L'asse delle tubazioni, in corrispondenza a sedi stradali, dovrà cadere a non oltre metri 1,00 dal ciglio di destra o di sinistra che, indipendentemente dai disegni di progetto, i quali sono tutti e soltanto indicativi, verrà prescelto dalla Direzione dei Lavori, inteso che i maggiori dissesti ai manti stradali conseguenti a maggiori distanze saranno sempre ad esclusivo carico dell'Impresa. Gli scavi per la posa delle condotte saranno eseguiti con mezzi meccanici o con i mezzi d'opera che l'Appaltatore riterrà convenienti, a pareti quanto più possibili regolari e verticali, con la minima larghezza compatibile con la natura delle terre e con il diametro esterno del tubo ricavando, ove sia necessario, 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.

Qualora, per la qualità del terreno o altro motivo, fosse necessario puntellare, sbadacchiare od armare le pareti degli scavi, l'Impresa dovrà provvedervi di propria iniziativa ed a sue spese, adottando tutte le precauzioni occorrenti per impedire franamenti e restando in ogni caso unico responsabile di eventuali danni alle persone ed 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 allo scopo.

Per la continuità del transito l'Impresa è tenuto a sua cura e spese, a provvedere alla costruzione di adeguate opere provvisorie in legname o altro materiale, salvo accordi che potessero intervenire fra l'Appaltatore e gli Enti interessati per una temporanea sospensione o diversione del transito.

In particolare l'Appaltatore curerà 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 possibile, in posizioni opportune, lo scambio dei veicoli. L'Appaltatore assume la completa responsabilità di eventuali danni a persone o cose derivanti dalla mancata o insufficiente osservanza delle prescrizioni o cautele necessarie. Prima dell'inizio dei lavori per la manomissione delle strade o piazze, per la conservazione del transito sulle strade e sui marciapiedi, per la continuità degli

scoli d'acqua, per la difesa dei cavi, 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 specialmente per quanto concerne la demolizione e la ricostruzione delle pavimentazioni stradali, l'Impresa deve ottenere oltre alla preventiva approvazione scritta da parte della Direzione dei Lavori, anche il preventivo consenso, per quanto di 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 dei permessi. In ogni caso ad evitare che il dissesto dipendente dall'apertura delle trincee e conseguente deposito temporaneo dei materiali di risulta, si estenda a tratte di eccessiva lunghezza, resta stabilito che non possono essere mantenuti aperti tratti di trincea superiori a 400 metri.

Gli scavi per la posa in opera delle tubazioni dovranno essere costituiti da tratte rettilinee (livелlette) raccordate da curve. Dove le deviazioni fossero previste con impiego di pezzi speciali, il tracciato dovrà essere predisposto con angolazioni corrispondenti alle curve di corrente produzione od alle loro combinazioni (curve abbinata).

La larghezza degli scavi, al netto delle eventuali armature, dovrà essere tale da garantire la migliore esecuzione delle operazioni di posa in rapporto alla profondità, alla natura dei terreni, ai diametri delle tubazioni ed ai tipi di giunti da eseguire; peraltro, in corrispondenza delle giunzioni dei tubi e dei pezzi speciali, da effettuarsi entro lo scavo, dovranno praticarsi nello stesso delle nicchie allo scopo di facilitare l'operazione di montaggio. Questo senza costituire, per l'Appaltatore, diritto a maggiori compensi. La trincea finita non dovrà presentare, sulle pareti, sporgenze o radici di piante ed il fondo dovrà avere andamento uniforme, con variazioni di pendenza ben raccordate, senza punti di flesso, rilievi od infossature maggiori di 3 cm, in modo da garantire una superficie di appoggio continua e regolare. Con opportune arginature e deviazioni si impedirà che le trincee siano invase dalle acque pluviali o che siano interessate da cadute di pietre, massi, ecc. che possano danneggiare le tubazioni, i pezzi speciali in genere e gli apparecchi. Del pari si eviterà, con rinterri parziali eseguiti a tempo debito (con esclusione dei giunti), che verificandosi nonostante le precauzioni l'inondazione dei cavi, le condotte possano riempirsi o, se chiuse agli estremi, possano essere sollevate. Di conseguenza ogni danno, di qualsiasi entità, che si verificasse in tali casi per la mancanza delle necessarie cautele, sarà a tutto carico dell'Appaltatore.

#### **41.9 Scavi in presenza d'acqua. Prosciugamento**

Si ritengono scavi subacquei quelli eseguiti a profondità maggiore di 20 cm sotto un livello costante determinato da acque sorgive nelle cavità di fondazione, sia dopo un parziale prosciugamento con pompe, sia dopo la predisposizione di canali di drenaggio.

Se l'appaltatore, in caso di acque sorgive o filtrazioni, non potesse far defluire l'acqua naturalmente, è in facoltà della Direzione dei Lavori di ordinare, secondo i casi e quando lo riterrà opportuno, l'esecuzione degli scavi subacquei, oppure il prosciugamento.

Il volume di scavo eseguito in acqua, sino ad una profondità non maggiore di 20 cm dal suo livello costante, verrà perciò considerato come scavo in presenza d'acqua, ma non come scavo

subacqueo. Quando la Direzione dei Lavori ordinasse il mantenimento degli scavi in asciutto, sia durante l'escavazione, sia durante l'esecuzione delle murature o di altre opere di fondazione, gli esaurimenti relativi saranno eseguiti in economia, e l'appaltatore, se richiesto, avrà l'obbligo di fornire le macchine e gli operai necessari.

I sistemi di prosciugamento del fondo adottati dall'appaltatore devono essere accettati dalla Direzione dei Lavori, specialmente durante l'esecuzione di strutture in muratura o in c.a. al fine di prevenire il dilavamento delle malte.

#### **Art. 42 Reinterri**

Per la formazione dei reinterri e rilevati, o per riempire i vuoti tra pareti di scavo e murature o strutture di fondazione, si impiegheranno in generale, salvo quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di cui all'articolo precedente (escluse le terre vegetali ben vagliate che saranno utilizzate per la sistemazione finale degli ultimi 50 cm. dello scavo), in quanto disponibili ed adatte a giudizio della Direzione Lavori, dopo aver provveduto alla cernita con separato accatastamento dei materiali che si ritenessero idonei per la formazione di ossature, inghiaiamenti, costruzioni murarie, ecc. i quali restano di proprietà dell'Amministrazione come per legge.

Sarà cura dell'Appaltatore procedere alla stesa finale degli strati colturali (50 cm. superiori), appositamente accatastati separatamente, vagliati da pietrame e radici, ed alla loro compattazione e regolarizzazione superficiale mediante accurata rastrellatura.

Potranno essere altresì utilizzate nei reinterri anche le materie provenienti dagli scavi di opera d'arte, sempre che disponibili ed egualmente ritenute idonee e previa la cernita e separazione dei materiali utilizzabili di cui sopra.

Le cave di prestito che fossero necessarie potranno essere aperte ovunque l'Impresa riterrà di sua convenienza, subordinatamente:

- a) all'accertamento preventivo della inesistenza di altre zone ove aprire cave di prestito che consentano minore distanza di trasporto dei materiali;
- b) alla idoneità dei materiali da riconoscersi preventivamente dalla Direzione dei Lavori;
- c) al rispetto delle vigenti disposizioni di Legge in materia di polizia mineraria, forestale e sulla tutela ed uso del suolo;
- d) alle disposizioni della Direzione Lavori nei riguardi delle eventuali distanze di escavazione lateralmente alla costruenda condotta di adduzione.

Le dette cave di prestito, da aprire a totale cura e spese dell'Appaltatore, debbono essere sistemate in modo che, tanto durante la esecuzione degli scavi che a scavo ultimato, sia provveduto al loro regolare e completo scolo, e restino impediti ristagni di acqua ed impaludamenti.

A tale scopo, quando occorra, l'Appaltatore dovrà aprire, sempre a sue spese, opportuni fossi di scolo con sufficiente pendenza.

Le cave di prestito che siano scavate, dovranno avere una profondità tale da non pregiudicare la stabilità di alcuna parte dell'opera appaltata, né comunque danneggiare opere pubbliche o private.

Per i reinterri da addossarsi alle murature dei manufatti o di altre opere qualsiasi, si dovranno sempre impiegare materie sciolte, silicee, ghiaiose, restando vietato in modo assoluto l'impiego di quelle che con l'assorbimento di acque si rammoliscono e si gonfiano generando spinte.

Nella formazione dei reinterri e riempimenti, dovrà essere usata ogni diligenza perché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di uguale altezza da tutte le parti, disponendo contemporaneamente le materie bene sminuzzate con la maggiore regolarità e precauzione, in modo e da evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico mal distribuito.

Le materie trasportate a reinterro con vagoni e 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 reinterri.

Per tali movimenti di materie dovrà sempre provvedersi alla pilonatura o vibratura delle materie stesse, da farsi per quella larghezza e secondo le prescrizioni che verranno indicate dalla Direzione Lavori.

E' vietato addossare terrapieni a murature di fresca costruzione. Tutte le riparazioni e costruzioni 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, consolidamenti e rivestimento di sponda, dovranno essere formati con pietre e ciottoli da collocarsi in opera a mano e ben costipati, onde evitare cedimenti per effetti dei carichi superiori; si dovranno altresì scegliere le pietre ed i ciottoli più grossi e regolari, 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 essere completato il riempimento dei cavi aperti.

Tutte le riparazioni o ricostruzioni che si rendessero necessarie per la mancata od imperfetta osservanza delle prescrizioni del presente articolo, saranno a completo carico dell'appaltatore.

È obbligo dell'appaltatore, escluso qualsiasi compenso, di dare ai rilevati durante la loro costruzione, quelle maggiori dimensioni richieste dall'assestamento delle terre, affinché all'epoca del collaudo i rilevati eseguiti abbiano dimensioni non inferiori a quelle ordinate.

### **Art. 43 Cave**

L'Impresa dovrà presentare all'Amministrazione, nei termine di sessanta giorni dalla data di consegna dei lavori, l'indicazione delle località da cui intende approvvigionarsi degli inerti per i calcestruzzi entro 120 gg. dovrà presentare inoltre quanto richiesto al precedente articolo su programma dei lavori.

Dovrà insieme indicare le caratteristiche generali e particolari dei materiali stessi a tutti gli effetti del loro previsto impiego, quali risulteranno dalle ricerche, saggi ed esperienze che l'Impresa è tenuta per proprio conto a svolgere, del tutto indipendentemente da quelli che l'Am-

ministrazione ha svolto o svolgerà per proprio conto.

Le predette indicazioni costituiscono impegno per l'Impresa di fornire per tutto il lavoro, costanti ed uniformi in tutte le loro caratteristiche, i materiali in oggetto. L'Amministrazione ove riterrà, insindacabilmente, che le caratteristiche dei materiali indicate dall'Impresa sono insufficienti a definirne il comportamento nell'opera a tutti gli effetti, inviterà l'Impresa a completare le ricerche e saggi entro un termine dall'Amministrazione stessa stabilito ed improrogabile.

Entro il nuovo termine l'Impresa non avrà completato la raccolta dei dati richiesti e comunque se, a giudizio dell'Amministrazione, i materiali che l'Impresa intende usare non sono atti a dare le caratteristiche e qualità generali delle strutture, nel loro complesso o singolarmente o in particolari zone, quali previste in progetto, l'Amministrazione ha diritto alle risoluzioni in contratto.

L'ubicazione e la disponibilità di materiale nella quantità e della tipologia prevista dal progetto, sono riportate nella relazione generale allegata al progetto.

## **Art. 44 Lavori in galleria**

### **44.1 Norme generali di esecuzione**

L'Amministrazione appaltante si riserva la facoltà:

- a) di prescrivere all'atto pratico le modalità in genere da osservare nella costruzione delle gallerie, fissando il sistema di attacco per l'esecuzione degli scavi e la natura dei rivestimenti;
- b) di cambiare le disposizioni già date quando le ravvisi non più confacenti alle condizioni del lavoro, essendo di sua esclusiva competenza di giudicare su ciò che convenga fare in ogni singolo caso per la buona riuscita dell'opera;
- c) di modificare la forma della sezione delle gallerie quante volte, per la natura dei terreni attraversati o per qualunque altra ragione, lo giudichi conveniente e di stabilire lo spessore da assegnare ai rivestimenti man mano che procede l'avanzamento degli scavi.

L'Impresa appaltante è obbligata ad uniformarsi agli ordini che al riguardo le siano impartiti, e ciò senza che essa possa sollevare mai eccezione di sorta, o pretendere indennizzi e compensi speciali oltre al pagamento dei diversi lavori in base ai prezzi di contratto.

L'Impresa appaltante è tenuta in particolare alla più scrupolosa osservanza di tutte le norme per la sicurezza e l'igiene del lavoro in sotterraneo emanate, ed in particolare riferimento alle norme di cui al titolo XI, capo I del D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81.

### **44.2 Scavi**

Oltre alle prescrizioni contenute nel presente e nei seguenti articoli valgono per gli scavi in galleria tutte quelle degli articoli precedenti relativi agli scavi all'aperto.

I lavori di scavo devono eseguirsi secondo le migliori regole suggerite dall'ente in relazione alla natura, alla stratificazione, al comportamento ed in generale alle particolari condizioni dei terreni che si incontrano, ed essere condotti con la massima cautela e regolarità, in modo da

impedire ogni scoscendimento di materie, tanto presso gli imbocchi, finestre e pozzi delle gallerie, quanto nell'interno delle medesime, e da garantire perfettamente la sicurezza degli operai.

Oltre all'osservanza delle prescrizioni impartite dalla Direzione dei Lavori, l'Appaltatore deve prendere di sua iniziativa tutte le disposizioni necessarie ad assicurare il buon andamento dei lavori, affinché, ad opera compiuta, le gallerie, insieme ad una perfetta esattezza nel tracciato e nella livellazione, presentino le più sicure garanzie di stabilità.

Le gallerie devono essere attaccate ai due imbocchi, salvo diversa specificazione che indicherà se eventualmente gli scavi devono aver luogo da un imbocco soltanto, se ed in qual numero sono da praticare pozzi o cunicoli, se e per quali gallerie o parte di esse si deve adottare la perforazione meccanica

Resta inteso però che è riservato alla Direzione dei Lavori il diritto di ordinare, anche in corso di lavoro, l'esecuzione degli scavi attraverso i pozzi, finestre, o cunicoli laterali con il metodo di costruzione a scudo o con perforazione meccanica, anche se non prevista nel presente Disciplinare speciale.

Prima di dare inizio agli scavi sotterranei deve essere assicurata completamente l'intestatura di ogni imbocco della galleria, anche, se venga prescritto, con la costruzione della fronte in muratura.

In genere nello scavo delle gallerie si deve procedere con l'eseguire dapprima una piccola galleria detta d'avanzamento o cunicolo di direzione che, a seconda del sistema di attacco che verrà prescritto, potrà essere aperto in calotta o in base. Dopo lo scavo di tale cunicolo si procederà agli scavi di allargamento delle parti superiori della galleria e finalmente allo scavo degli strozzi ed accessori.

Di norma si deve far precedere allo scavo dello strozzo e dei piedritti, lo scavo ed il rivestimento della calotta, e tale rivestimento deve essere fatto per anelli di lunghezza variabile da tre a sei metri.

Gli scavi di allargamento devono sempre procedere in pari passo con quelli dell'avanzata, in modo che, la distanza tra i diversi attacchi sia al massimo di metri 30, facendo seguire le murature di rivestimento col progresso degli scavi.

Qualora sia richiesto dalla natura e qualità del terreno attraversato, tale distanza di 30 m deve essere ridotta in quei limiti che dalla Direzione dei Lavori siano prescritti.

Nei terreni più pericolosi può essere anche prescritto di non procedere all'allargamento di un anello prima che il precedente sia stato interamente rivestito in muratura.

Qualora però la Direzione dei Lavori, per speciali condizioni di terreno, giudichi necessario od opportuno di eseguire lo scavo ed il rivestimento dei piedritti con o senza arco rovescio prima di scavare e rivestire la calotta, l'Impresa appaltante deve, in seguito al relativo ordine, adottare tale sistema di costruzione, senza avere per ciò diritto ad alcuno speciale compenso.

#### **44.3 Puntellazioni e armature**

Tutti gli scavi in galleria devono essere sostenuti da apposite armature e puntellazioni in le-



gno o con ferro, di robustezza sufficiente per resistere in ogni evento alle pressioni, alle quali, secondo la natura del terreno, siano sottoposte.

La superficie di scavo interposto tra le due armature successive deve essere sostenuta con tavoloni e lungherine.

Le centine che si mettono in opera per la costruzione della volta di rivestimento debbono restare sempre interamente indipendenti dalle armature dello scavo.

E' egualmente vietato di poggiare sulle murature di rivestimento i legnami delle armature dello scavo delle parti contigue della galleria.

Nel togliere i legnami delle armature man mano che progredisce il rivestimento, devono essere usate tutte le prescrizioni che l'arte insegna per impedire scoscendimenti. Quando ciò non sia possibile, si devono lasciare in posto i legnami, murandoli dietro il rivestimento, purchè però il rivestimento stesso risulti di grossezza non inferiore a quella prescritta.

#### **44.4 Prosciugamenti**

Le acque che si raccolgono negli scavi di galleria devono essere completamente estratte, mettendo in opera tutti i mezzi necessari, naturali od artificiali, al fine di mantenere i lavori perfettamente liberi dall'acqua.

Negli attacchi in ascesa, praticati direttamente dagli imbocchi o dalle finestre laterali, deve essere procurato il regolare deflusso verso l'esterno delle acque d'infiltrazione, mediante acconci canali, rivestiti se occorre con tavelloni, e mantenuti sempre a perfetto spurgo.

Negli attacchi o cavi in discesa, praticati dagli imbocchi o dalle finestre laterali, ed in quelli eseguiti da pozzi, i lavori devono essere pur sempre con diligenza mantenuti liberi dall'acqua mediante canali costruiti come sopra che conducano le acque in recipienti convenientemente collocati od in pozzetti scavati, ed occorrendo, anche rivestiti in muratura. Da questi recipienti o pozzetti le acque raccolte devono essere elevate ad altezza sufficiente per ottenere il completo prosciugamento. I mezzi da impiegarsi per tale elevazione devono essere i più adatti alle circostanze e proporzionati alla quantità dell'acqua da smaltire.

Tutte le acque di infiltrazione incontrate nell'escavazione delle gallerie devono essere raccolte dietro le murature di rivestimento e condotte nella cunetta, in modo che a lavoro finito il rivestimento resti perfettamente asciutto.

Ogni qualvolta si verificano stillicidi, l'Appaltatore deve provvedere gli operai, che devono lavorare sotto i medesimi, di opportuni impermeabili completi.

#### **44.5 Ventilazione**

I cantieri interni delle gallerie, sia di scavo che di muratura od accessori, devono essere costantemente ventilati mediante appositi ventilatori, in maniera da mantenere sempre libera e comoda la respirazione degli operai e viva la fiamma dei lumi, da assicurare prontamente l'uscita dai cantieri del fumo delle mine e dell'aria corrotta e da mantenere una temperatura non superiore ai 25°C.

I ventilatori ed i relativi canali di condotta dell'aria devono avere dimensioni proporzionate allo scopo ed essere manovrati a mano o da motori secondo il bisogno.

Quando le macchine impiegate per gli esaurimenti di acqua e per la ventilazione non raggiungano l'effetto necessario, sia per la loro insufficienza, di fronte ad aumentate difficoltà, sia per guasti in esse avvenuti, sia anche per la diminuzione di efficacia dipendente dall'uso, l'Impresa appaltante deve immediatamente modificarle o cambiarle con altre perfettamente adatte allo scopo.

Ogni impianto deve essere dotato di meccanismi di riserva per evitare ogni interruzione di lavoro.

#### **44.6 Illuminazione**

Tutti indistintamente i lavori che si eseguono in galleria devono essere convenientemente illuminati. A questo scopo devono essere collocati nei diversi cantieri, e dovunque si ravvisi necessario, lumi fissi, consistenti in lanterne o lampade a petrolio di grandi dimensioni a ventilatore interno o senza vetro, oppure lampade ad acetilene o elettriche, con l'avvertenza in quest'ultimo caso di mantenere accese piccole lampade ad olio nell'eventualità di un'interruzione di corrente.

Ciascun operaio che entra in galleria deve portare con sé un lume da minatore costantemente acceso.

Simili lumi devono essere forniti a cura e spese dell'Appaltatore anche a tutti gli agenti dell'Amministrazione incaricati della dirigenza e sorveglianza dei lavori.

Nelle gallerie dove si manifestassero emanazioni di gas infiammabili, si deve fare uso esclusivo di lampade elettriche ad incandescenza opportunamente protette o di lampade di sicurezza, tanto fisse che portatili.

#### **44.7 Speciali discipline da osservarsi**

Gli operai addetti ai lavori delle gallerie devono essere in modo speciale disciplinati, divisi in squadre e comandati da un numero sufficiente di capi squadra od assistenti.

Nell'entrare in galleria e nell'uscire devono procedere con ordine e con esattezza d'orario.

Per le mine, che occorrono nell'esecuzione degli scavi, l'Impresa appaltante deve osservare tutte le prescrizioni delle leggi e dei regolamenti in vigore e quelle che possano allo scopo essere emanate prima dell'appalto, e durante l'esecuzione dei lavori.

Oltre a ciò, l'Impresa è in obbligo di prendere tutte le precauzioni necessarie per evitare alle persone ed alle cose ogni danno, delle cui conseguenze essa è sempre ed in ogni caso responsabile in relazione agli obblighi prescritti dalle leggi e regolamenti in vigore.

L'Impresa è in obbligo di provvedere affinché tali precauzioni e tutte le altre che si riscontrino necessarie per assicurare l'incolumità degli operai siano scrupolosamente e costantemente osservate, pur restando sempre a suo carico ogni responsabilità.

Ad ogni bocca di galleria, di finestre, e di pozzo, deve essere posto un casotto di sufficiente capacità, dove rimanga continuamente un adeguato numero di guardiani, sia per impedire l'ingresso in galleria alle persone non addette ai lavori, sia per far eseguire le consegne che loro venissero date.

Il citato casotto deve contenere una camera di conveniente grandezza per uso esclusivo dei

dipendenti della Direzione dei Lavori, provvista di camino o di stufa ed arredata nel modo che, in difetto di speciali disposizioni di contratto, verrà indicato dalla Direzione dei Lavori.

#### **44.8 Perforazione meccanica**

Qualora per l'esecuzione dei lavori in galleria siano impiegati mezzi meccanici, questi dovranno essere proporzionati allo scopo; provvisti di meccanismi di riserva e tali da assicurare la continuità e riuscita del lavoro.

Il progetto completo in tutti i suoi particolari degli impianti che l'Impresa appaltante intende eseguire deve essere sottoposto all'approvazione della Direzione dei Lavori.

In ogni modo l'approvazione del Direttore dei Lavori non menoma minimamente la responsabilità dell'Impresa appaltante.

Nel caso che i sistemi di perforazione adottati e gli impianti fatti, per qualunque causa o circostanza, riescano in pratica difettosi e non atti a soddisfare alle esigenze del lavoro, l'Impresa è obbligata, a sue spese, non solo a rimediare agli inconvenienti verificatisi, introducendo tutte le modificazioni ed aggiunte che si ravvisino necessarie, ma altresì a cambiare totalmente i citati sistemi ed impianti, adottandone degli altri più rispondenti allo scopo e che, occorrendo, possono anche essere prescritti dalla Direzione dei Lavori.

Qualunque sia l'importanza delle suddette modificazioni ed anche per il fatto del cambiamento totale del sistema di perforazione e degli impianti, l'Impresa appaltante non può aver diritto a reclamare indennità o maggiori compensi oltre i prezzi stabiliti in tariffa per gli scavi eseguiti con perforazione meccanica.

Nel caso di motori a vapore, ad aria od elettrici l'Impresa appaltante deve uniformarsi, a sua cura e spese, a tutte le prescrizioni di Legge per il loro esercizio.

Le perforatrici possono essere ad aria compressa, a pressione idraulica od elettrica, a giudizio della Direzione dei Lavori, tenuto conto dei terreni da scavarsi.

La condotta per la ventilazione della galleria deve essere indipendente da quella dell'aria compressa eventualmente destinata al servizio delle perforatrici.

Il servizio d'introduzione e di estrazione dei materiali deve essere eseguito o con trazione animale o con trazione meccanica; in questo caso però è tassativamente proibito l'uso di qualsiasi locomotore che emetta fumo od altri gas che possono inquinare l'aria della galleria, salvo il caso che l'Impresa provveda in modo adeguato alla loro pronta evacuazione.

Gli impianti tutti devono essere stabili nel tempo che fosse prescritto dal contratto; ed appena ultimati, l'Impresa appaltante è in obbligo di dar subito inizio alla perforazione meccanica.

Nel periodo di tempo che decorre dalla consegna dei lavori al giorno in cui sarà attaccata la perforazione meccanica, lo scavo della galleria deve essere eseguito con mezzi ordinari.

#### **44.9 Murature**

Per l'esecuzione delle murature in galleria, di qualunque specie esse siano, in mattoni, in pietra, in calcestruzzo semplice od armato, oltre a quanto si prescrive nel presente articolo, devono essere esattamente osservate tutte le norme precedentemente stabilite per le murature in genere o per i calcestruzzi ordinari ed in cemento armato.

Anche se nei tipi di progetto figura indicata la costruzione completa del rivestimento, è riservato alla Direzione dei Lavori, all'atto esecutivo ed a misura che lo scavo progredisce, di decidere quali tratti di galleria convenga rivestire di muratura, quali spessori e tipi di rivestimento siano da adottare e quali tratti debbano essere rivestiti parzialmente od anche lasciati senza rivestimento alcuno.

I materiali da impiegarsi per la costruzione delle murature in galleria devono essere accuratamente scelti e depositati presso gli imbocchi della galleria, dei pozzi o delle finestre, nè possono essere trasportati nell'interno, se non dopo l'accettazione provvisoria da parte della Direzione dei Lavori. Nel caso che una parte della muratura di rivestimento sia ordinata in pietra-me e che dagli scavi di galleria si ricavi materiale adatto per muratura, questo, prima di essere impiegato, deve essere scelto, lavorato e sottoposto all'accettazione della Direzione dei Lavori, la quale potrà richiedere anche il trasporto all'esterno prima dell'impiego.

I rivestimenti devono essere eseguiti su apposite centine, armature e sagomature, in modo che a lavoro ultimato la sezione libera della galleria riesca ad avere regolarmente la forma prescritta dai tipi; l'Impresa perciò deve tener conto dell'assestamento ordinario delle murature per dare conveniente rialzamento alle centine.

Nell'esecuzione dei diversi tratti di rivestimento si dovranno lasciare appositi addentellati, affinché nella costruzione del tratto successivo la muratura di questo possa venire collegata con quello del precedente, nello stesso modo con cui lo sarebbe se l'intero rivestimento fosse eseguito in una sola volta; e ciò, salvo quelle speciali disposizioni che all'atto pratico vengano per casi particolari impartite dalla Direzione dei Lavori.

Qualunque sia poi la qualità dei materiali impiegati, i rivestimenti di muratura in malta devono sempre essere spinti sin contro le pareti dello scavo.

Non è permesso di incominciare il rivestimento di un anello in calotta prima che tutti i materiali occorrenti siano approvvigionati alla rispettiva bocca della galleria e regolarmente accettati dalla Direzione dei Lavori.

Eseguendosi il rivestimento in calotta prima di quello dei piedritti, può essere ordinato, senza che spettino perciò all'Appaltatore speciali indennizzi, che la volta rimanga armata fino alla completa ultimazione dei corrispondenti piedritti.

E' vietato di procedere al disarmo delle volte senza l'esplicita autorizzazione della Direzione dei Lavori, ferma restando in ogni caso la responsabilità dell'Appaltatore verso l'Amministrazione ed i terzi.

Nelle costruzioni delle volte in mattoni viene tassativamente escluso il sistema così detto a rotoli, cioè a zone concentriche.

Allorquando nei piedritti in muratura di pietra-me si ordini di intercalare delle cinture, sia in pietre lavorate, sia in mattoni, si deve avere cura che tali cinture siano sempre disposte normalmente alla faccia vista dei piedritti.

L'Amministrazione decide, all'atto pratico, se ed in quali tratti di galleria si debba eseguire l'arco rovescio; tale provvedimento può essere ordinato tanto prima delle fondazioni dei piedritti, quanto dopo che i lavori del tratto siano ultimati. In questo ultimo caso, l'Appaltatore è

obbligato ad eseguire l'approfondimento delle fondazioni dei piedritti, mettendo in opera tutte le puntellazioni ed armature che valgono ad assicurare le murature di rivestimento già eseguite e senza alcun speciale compenso.

Quando sia ordinata per la costruzione delle volte in galleria la muratura ordinaria di pietra-me, questo deve essere diligentemente scelto tra i migliori e più adatti scapoli provenienti dalle cave. Tutte le pietre devono essere poste in opera bene avviluppate di malta, collegate strettamente tra loro con scaglie e bene battute in modo da riempire qualunque vano. Se lo spessore delle volte non è superiore a 40 cm, tutte le pietre devono essere disposte a punta ed avere in rientranza una larghezza eguale allo spessore della volta; se invece lo spessore è maggiore di 40 cm, le pietre devono essere disposte alternativamente per punta e per fianco, ma almeno un decimo di esse deve essere a tutta rientranza della volta.

### **Art. 45 Fondazioni dirette**

Fondazioni dirette o superficiali sono quelle che trasferiscono l'azione proveniente dalla struttura in elevato agli strati superficiali del terreno.

La profondità del piano di posa della fondazione deve essere scelta in relazione alle caratteristiche ed alle prestazioni da raggiungere della struttura in elevato, alle caratteristiche dei terreni ed alle condizioni idrogeologiche.

Il piano di fondazione deve essere posto al di fuori del campo di variazioni significative di contenuto d'acqua del terreno ed essere sempre posto a profondità tale da non risentire di fenomeni di erosione o scalzamento da parte di acque di scorrimento superficiale.

Il terreno di fondazione non deve subire rimaneggiamenti e deterioramenti prima della costruzione della opera. Eventuali acque ruscellanti o stagnanti devono essere allontanate dagli scavi.

Il piano di posa degli elementi strutturali di fondazione deve essere regolarizzato e protetto con conglomerato cementizio magro o altro materiale idoneo eventualmente indicato dal Direttore dei Lavori.

Nel caso che per eseguire gli scavi si renda necessario deprimere il livello della falda idrica si dovranno valutare i cedimenti del terreno circostante; ove questi non risultino compatibili con la stabilità e la funzionalità delle opere esistenti, si dovranno opportunamente modificare le modalità esecutive. Si dovrà, nel caso in esame, eseguire la verifica al sifonamento. Per scavi profondi, si dovrà eseguire la verifica di stabilità nei riguardi delle rotture del fondo.

In corso d'opera il Direttore dei Lavori deve controllare la rispondenza tra la caratterizzazione geotecnica assunta in progetto e la situazione effettiva del terreno.

Prima di effettuare qualsiasi getto di calcestruzzo di fondazione, dovrà essere predisposto sul fondo dello scavo, dopo aver eseguito la pulizia ed il costipamento dello stesso secondo le modalità previste dal presente Disciplinare, uno strato di calcestruzzo magro avente la funzione di piano di appoggio livellato e di cuscinetto isolante contro l'azione aggressiva del terreno. Lo spessore dello strato di calcestruzzo magro sarà desunto dagli elaborati progettuali esecutivi.

## Art. 46 Palificazioni

Per i pali eseguiti in opera con tubi infissi mediante trivellazione, con procedimento quindi che non modifica le proprietà meccaniche e la consistenza in genere del terreno entro il quale verrà eseguito il getto del conglomerato, si eseguirà la perforazione del terreno facendo scendere via via un tubo metallico (tubo forma) con elemento di estremità con ghiera tagliente, di diametro uguale a quello teorico del palo. Il tubo metallico, ove non sia di un sol pezzo, dovrà essere formato con elementi filettati che assicurino la perfetta direzione del palo e garantiscano la perfetta coassialità. Comunque dovrà essere possibile applicare all'estremità superiore un coperchio con presa per tubazione ad aria compressa ove occorresse adoperarlo o per espellere l'acqua o per provvedere con tale metodo all'esecuzione e costipamento della base e primo tronco del fusto sino a che non vi sia più introduzione di acqua. Si dovrà avere la possibilità di proseguire la perforazione mediante appositi scalpelli quando si incontrano trovanti e vecchie murature.

Quando sia stata raggiunta la profondità voluta, si fermerà l'affondamento del palo e senza sollevarlo o ritirare il tubo e messa in opera la gabbia metallica se questa sia prevista per tutta la lunghezza, si inizierà la formazione della base gettando con una benna (chiusa all'estremità inferiore da una valvola automatica) o con altro sistema idoneo piccole e successive quantità di calcestruzzo e costipandole o mediante battitura (con maglio di peso variabile da 12 q per tubi del diametro di 45 cm, a 6 q per tubi del diametro di 30 cm) o con uno dei pestoni in uso. Prima di procedere al getto sarà resa stagna l'estremità inferiore del tubo provvedendo alla costruzione di un tappo di conglomerato alla base del palo e sarà estratta l'acqua eventualmente penetrata nel tubo. La sbulbatura di base ottenuta con la pilonatura del calcestruzzo od in qualsiasi altro modo che la natura del terreno e le modalità di esecuzione possono consigliare, sarà la maggiore possibile.

Eseguita la base, si procederà poi all'esecuzione del fusto mediante piccole successive introduzioni di calcestruzzo per tratti di altezza conveniente, in relazione alla natura del terreno, e sollevando gradatamente il tubo-forma metallico, in modo tale che restino nel tubo almeno 50 cm di conglomerato, senza abbandonarlo mai in modo da evitare che nel tubo si introducano acqua o terra: dopo il getto di ciascuno dei tratti si procederà al costipamento del calcestruzzo o con battitura con uno dei sistemi brevettati e riconosciuto idoneo dalla Direzione dei Lavori in relazione alla lunghezza dei pali.

Nel caso di attraversamento di vene dilavanti si effettuerà l'incamiciatura del tratto di palo con un controtubo di lamierino leggero esterno al tubo forma, che verrà lasciato in loco. Cura particolare dovrà usarsi affinché non si verificino soluzioni di continuità nel getto di calcestruzzo, in particolare quando il costipamento avviene per pestonatura e ciò specialmente al momento della sfilatura del tubo forma.

In presenza di terre sciolte in acqua potrà procedersi al getto del conglomerato per maggiori altezze, senza pestonamento al fine di evitare sifonamenti nel tubo.

Per pali trivellati la portata limite verrà determinata in sede di progetto in relazione alle caratteristiche geognostiche degli strati attraversati e con l'uso di formule ben conosciute (Dorr,

Cagnet, Kerisel o altre) considerando nella sua probabile realtà l'attrito laterale. La portata di esercizio sarà data dalla portata limite divisa per il coefficiente di sicurezza derivante dalla formula usata. L'effettiva portata verrà valutata all'atto esecutivo mediante prove di carico su prototipi.

Per le prove di carico si terranno presenti le norme e prescrizioni indicate per i pali battuti formati in opera.

### **Art. 47 Opere in calcestruzzo**

Nella esecuzione delle opere in cemento armato l'Impresa dovrà attenersi scrupolosamente alla Legge 5.11.1971 n. 1086 e s.m. e i. e a tutte le norme tecniche per l'esecuzione vigenti all'inizio dei lavori o che venissero emanate in corso d'opera.

Avvenuto il disarmo, la superficie delle opere sarà regolarizzata con malta cementizia.

L'applicazione si farà previa pulizia e lavatura della superficie, la malta dovrà essere conguagliata con cazzuola e frattazzo, con l'aggiunta di opportuno spolvero di cemento puro.

L'Impresa, quale responsabile dell'esecuzione dell'opera in c.a. condividerà la progettazione strutturale esecutiva allegata ai documenti d'appalto o, diversamente, dovrà presentare a sua cura e spese nuovi calcoli e disegni esecutivi per denuncia al competente Ufficio, previa approvazione della Direzione dei Lavori. In caso di disaccordo la Direzione dei lavori avrà la possibilità di imporre all'Appaltatore la soluzione ritenuta più idonea. Sono a completo carico dell'Appaltatore tutti gli oneri di aggiornamento della pratica di denuncia delle opere in c.a. che si rendessero necessarie durante lo svolgimento dei lavori.

Particolare cura sarà prestata dall'Appaltatore nell'esecuzione dei giunti e nelle riprese di getto. I giunti saranno realizzati mediante l'inserimento di elemento divisorio liscio e privo di scabrezza; qualora richiesto dalla Direzione dei Lavori il giunto dovrà essere eseguito con bordo smussato a formazione d'idoneo scuretto. Nella formazione dei giunti sarà consentito l'uso di materiali quali il legno, il polistirolo, il P.V.C., materiali ferrosi che dovranno comunque essere successivamente rimossi fatto salvo diverso avviso della Direzione dei Lavori. Particolare importanza dovrà essere attribuita alla metodologia operativa in occasione delle riprese di getto. Prima della ripresa si dovrà provvedere ad un'accurata pulizia del getto sottostante mediante l'uso di spazzole o acqua in pressione al fine di eliminare tutti i residui di boiaccia cementizia dell'ultimo getto e di ravvivare la superficie del conglomerato fino all'evidenziazione degli inerti. Allorché la superficie oggetto di ripresa sarà debitamente ripulita si provvederà all'esecuzione del nuovo getto provvedendo ad una vibratura del calcestruzzo fresco particolarmente attenta e puntigliosa specialmente nei primi strati in prossimità della ripresa.

Qualunque sia l'importanza delle opere da eseguire in cemento armato, all'Impresa spetta sempre la completa ed unica responsabilità della loro regolare ed esatta esecuzione in conformità del progetto e dei tipi esecutivi anche dopo l'approvazione di essi da parte della Direzione Lavori.

Tale responsabilità non cessa per effetto di revisione o di eventuali modifiche suggerite dal-

l'Amministrazione, dai suoi organi tecnici o dalla Direzione dei Lavori ed accettati dall'Impresa. L'onere relativo della loro funzione e disarmo è compreso e compensato nei prezzi di cui all'unito elenco.

## **47.1 Calcestruzzo per getti massivi**

### 47.1.1 Inerti, caratteristiche e provenienza – Confezione del calcestruzzo

#### *Materie prime*

Cemento:

Per la realizzazione del calcestruzzo del corpo diga è opportuno impiegare un cemento che garantisca i seguenti parametri:

- Basso e lento sviluppo di calore.
- Resistenza al dilavamento secondo UNI 9606 da moderata ad alta (in caso di presenza di acque aggressive secondo UNI EN 206 classi di esposizione XA)
- Alta resistenza ai solfati secondo UNI 9156

In base alla reperibilità dei cementi in Italia le tipologie più idonee risultano CEM III 32.5N, e CEM IV 32.5 N.

Il dosaggio di cemento dovrà essere, comunque, il più basso possibile compatibilmente con le esigenze tecnologiche e prestazionali.

I cementi devono essere conformi alla norma UNI EN 197/1 e rispondere ai requisiti DM 10/05/2004.

Aggiunte Minerali

Al fine di ridurre il calore di idratazione della miscela e ridurre la permeabilità del calcestruzzo è consigliabile l'utilizzo di aggiunte minerali di tipo II ai sensi della UNI EN 206 (ad azione pozzolanica) in parziale sostituzione del cemento e con il fine di ottimizzare i problemi di carattere termico.

Le ceneri Volanti devono rispettare i requisiti della UNI EN 450-1

I fumi di silice devono essere conformi alla norma UNI EN 13263

Aggregati:

In funzione delle esigenze costruttive, il confezionamento del calcestruzzo viene realizzato con impiego di classi granulometriche sino al diametro 90 mm.

Aggregati devono essere provvisti di marcatura CE ai sensi delle norme UNI-EN 12620 e devono rientrare nei limiti previsti nella norma UNI 8520-2.

La classificazione granulometrica dell'aggregato con  $D > 63\text{mm}$  deve essere fatta come "aggregato per utilizzi speciali" secondo il punto 4.3.7 della UNI EN 12620 utilizzando i setacci compresi nella serie R20 della ISO 565:1990.

Particolare attenzione deve essere rivolta alla verifica della potenziale reattività agli alcali.

Gli aggregati che all'analisi petrografica hanno evidenziato la presenza di minerali potenzialmente reattivi con gli alcali, potranno essere utilizzati solo se risulterà superata la prova di



espansione su prismi di malta a lungo termine (UNI 8520-22 p.to8). A questo fine gli aggregati utilizzati devono rientrare nei limiti previsti dalla 8520-2 ed UNI 8520-22.

Per quanto riguarda alle raccomandazioni da utilizzare per la durabilità del calcestruzzo ai fine della reazione alcali aggregato si rimanda alla norma UNI 8981-8.

Gli aggregati devono essere non gelivi aventi assorbimento d'acqua inferiore all'1% o appartenenti alle classi F4 o MS35 in accordo alla UNI-EN 12620 (solo clima rigido)

In accordo alle Norme Tecniche sulle Costruzioni (D,M.14/01/08) il calcestruzzo dovrà essere prodotto in impianto dotato di un Sistema di Controllo della Produzione (FPC) effettuata in accordo a quanto contenuto nelle Linee Guida sul Calcestruzzo Preconfezionato (2003) certificato da un organismo terzo indipendente autorizzato.

#### *Provenienza e confezionamento*

Le cave degli inerti per la confezione del calcestruzzo saranno ubicate e scelta e rischio dell'impresa.

Il pietrame avviato al frantoio primario dovrà essere preventivamente liberato dai materiali di fondo cava di pezzatura inferiori cm. 5 mediante grigliatura, salvo variazioni in più o in meno che potrà decidere a suo giudizio insindacabile la D.L.

Le qualità meccaniche e di resistenza della roccia dovranno essere accertate in via preliminare con le più appropriate analisi petrografiche, chimiche, tecnologiche su numerosi campioni ricavati dai saggi eseguiti con trincee, cunicoli, pozzi per accertare le caratteristiche, l'estensione e l'omogeneità della cava prescelta. Le predette analisi dovranno essere periodicamente ripetute, nei tempi e nei modi che stabilirà la D.L. per accertare la continuità e la costanza delle buone caratteristiche iniziali.

La D.L. si riserva di prescrivere cautele le quali, a suo insindacabile giudizio, debbono essere poste in atto perché, nei metodi di trasporto, sia mantenuta la purezza e l'integrità del materiale destinato alla confezione del calcestruzzo.

La D.L. potrà ordinare in qualsiasi momento pulizie dei piazzali di cava, vuotatura del silos o dei depositi, con immediato invio a scarica dei relativi materiali, quando a suo insindacabile giudizio ritenga non idoneo il materiale accumulato.

Parimenti la D.L. potrà ordinare, in qualsiasi momento lo scarto ed il pronto invio in scarica del materiale da essa insindacabilmente giudicato non idoneo, qualunque sia la fase di lavorazione alla quale esso sia pervenuto.

Il materiale di frantumazione sarà granulato e macinato in maniera da corrispondere alla curva granulometrica di riferimento per soli inerti riportata in progetto, salvo variazioni che potrà disporre la D.L. in base ai risultati delle prove di resistenza alla compressione e di permeabilità.

I materiali stessi verranno cumulati in 4 silos di cui:

- il primo relativo alla classe da 0 a 3 mm. (sabbia) pari al 28%
- il secondo comprendente le classi 3-8 e 8-16 mm. pari al 28,5%
- il terzo relativo alle classi 16-32 e 32-64 mm. pari al 27%;

- il quarto 64-120 mm. pari al 16,5%

Ciascun silos avrà la capacità per conseguire la scorta di 2 giorni commisurata ad una media di 300 mc. di getto per giorno.

Tutti i silos dovranno essere coperti a protezione delle acque pluviali.

Del pari i silos per il cemento avranno una capacità tale da consentire la scorta di 3 gg di getto con la media di cui sopra.

Il macchinario per la cavatura, frantumazione e vagliatura dovrà essere largamente proporzionato per la produzione media giornaliera posta a base del programma dei lavori, e, tenuto conto della particolare ubicazione delle opere, dovrà essere dotato di una congrua riserva di macchinari e di pezzi di ricambio.

La dosatura degli inerti avverrà per pesatura con impianto meccanizzato e dovrà corrispondere alla curva granulometrica con uno scostamento massimo tollerabile del 3% in più o in meno.

Il cemento sarà dosato con bilancia separata con l'approssimazione dell'1%, curando che il percorso dai silos alla pesatrice e da questa alle betoniere avvenga in modo perfettamente stagno, onde evitare dispersioni.

Il dosaggio dell'acqua potrà essere invece volumetrico, purché controllabile con la massima esattezza.

Tutti i dosatori dovranno essere provvisti di congegni per cui sia senz'altro possibile variare, anche provvisoriamente, i dosaggi senza produrre inconveniente alcuno, nella loro automaticità.

Nelle betoniere, di capacità e numero proporzionale alle produzioni previste, il mescolamento dell'impasto sarà prolungato per il tempo sufficiente ad ottenere la perfetta ed omogenea mescolanza dei vari ingredienti, fissando eventualmente con prove preliminari tale durata che non sarà comunque minore di 2 minuti.

Potrà essere richiesto un automatismo che garantisca tale permanenza minima, o quanto meno un orologio sul piano di lavoro delle betoniere.

I sistemi di trasporto e distribuzione, dalla stazione di betonaggio al luogo di impiego, saranno tali da evitare al calcestruzzo qualunque separazione, la stessa benna che riceve il calcestruzzo dalla bocca della betoniera lo dovrà scaricare sul luogo di impiego e lo scarico della betoniera o quello della benna dovranno avvenire mettendo in opera tutti gli accorgimenti per evitare la possibilità: di disuniformi distribuzioni nell'interno della massa del calcestruzzo.

Anche il tempo di distribuzione e di trasporto dovrà essere ridotto al minimo; viene di conseguenza stabilito che non sarà tollerata la messa in opera del calcestruzzo che sia stato impastato dalle betoniere da più di trenta minuti, con riserva della Direzione Lavori di ridurre tale tempo in relazione a fatti imprevisti ed alle condizioni metereologiche, o comunque nelle ore più calde del giorno, L'onere della perdita di tale calcestruzzo è totalmente a carico dell'Impresa.

#### 47.1.2 Cemento: approvvigionamento e controllo

Il cemento da impiegare per i getti della diga dovrà essere del tipo pozzolanico a basso calore di idratazione e basso ritiro, e dovrà soddisfare alle prescrizioni contenute nel vigente regolamento sui leganti idraulici.

Subito dopo la consegna dei lavori, l'Impresa dovrà iniziare trattative con le Cementerie per la fornitura del cemento. Per quanto concerne le caratteristiche tecniche di questo l'Amministrazione parteciperà alle trattative stesse e potrà richiedere direttamente o attraverso l'Impresa campioni del clinker, della pozzolana e del cemento su cui farà compiere analisi chimiche e determinazioni di calore di idratazione oltre le normali prove regolamentari per il controllo dei certificati esibiti dalla cementeria.

Insieme la Cementeria dovrà produrre la curva caratteristica di presa, ascisse tempo di maturazione, in giorni, dei provini, ordinate resistenze a compressione, in Kg/cm<sup>2</sup>. della malta plastica (D.M. 3/6/68, fino alla scadenza di 90 gg).

Stabilite, con l'accordo della Direzione Lavori, le caratteristiche del materiale in parola, nonché i relativi mezzi e sistemi di controllo durante la fornitura, l'Impresa stipulerà il contratto con la cementeria e resterà successivamente responsabile e garante sia delle qualità predette che della regolarità della consegna; la sorveglianza ed il controllo della D.L. verranno esercitati, con sistemi e modalità stabiliti, nei confronti dell'Impresa che verrà considerata la fornitrice del materiale.

Il trasporto del cemento dovrà avvenire in autocisterne o in automezzi attrezzati appositamente per il trasporto del cemento sfuso, mediante contenitori.

La fatturazione della fornitura di cemento con allegati i relativi avvisi di consegna saranno dalla Cementeria stessa inviati per conoscenza e riscontro in copia fotostatica all'Amministrazione.

Per il controllo delle qualità di cemento, la D.L. fissatene le caratteristiche, provvedere ad istituire, prima del regolare inizio della fornitura, sistematiche prove meccaniche e fisiche, previste dalle norme ufficiali, per l'accettazione ed il collaudo dei materiali da costruzione, alla stagionatura di tre, sette e centotto giorni, dalle quali dedurre i dati medi e gli scostamenti ammissibili, rispetto alla curva caratteristica di presa, nei valori delle resistenze alle scadenze suddette.

Sarà così assunto, dai dati delle resistenze a tre giorni, un indice provvisorio delle qualità del cemento e quindi della sua accettabilità.

Precisamente il controllo della qualità del cemento avverrà nel modo seguente: l'Impresa installerà nel cantiere non meno di 3 silos in lamiera della capacità non inferiore a 1.000 ql ciascuno, per una capacità totale minima di 3.000 ql. e ciò sia per costituire una riserva che garantisca il regolare svolgimento dei getti, sia per consentire i necessari controlli del cemento. Per questi verrà effettuata una prima serie di tre prelevamenti; all'arrivo del cemento, durante il riempimento di ciascun silos, ed una seconda serie, pure di tre prelevamenti, sarà effettuata dal silos pieno con apposita sonda.

I campioni di cemento così prelevati verranno mescolati intimamente e quindi sottoposti di norma a prove di resistenza a compressione su malta plastica alle scadenze di tre sette e ventotto giorni di maturazione.

Se i risultati a tre giorni saranno soddisfacenti, sarà autorizzato l'impiego del cemento immagazzinato in quel silo, viceversa, in caso dubbio si attenderanno i risultati a sette giorni. Qualora anche questi risultassero insufficienti, il cemento sarà scaricato ed allontanato dal cantiere, entro il termine massimo di tre giorni, qualunque sia la resistenza che potrà risultare a 28 giorni.

Si procederà così ciclicamente, in modo che sia sempre possibile eseguire sul cemento in arrivo le necessarie prove e di avere una congrua scorta di cemento già controllato per garantire il normale andamento dei getti.

La D.L. si riserva anche di richiedere saltuariamente prove su malta plastica a flessione, prove di presa, prove a caldo, finezza di macinazione.

Tutte le prove di qualunque ordine e consistenza sono a totale carico dell'Impresa.

L'impresa è tenuta a seguire tali norme e a dare disposizioni a tutto il personale interessato, perché esse siano scrupolosamente attuate; tutti gli oneri che ne derivano per il prelevamento in cementeria, il trasporto con le norme stabilite, l'insilamento, le prove, come quelli derivanti da ritardi perditempo, eventuali sospensioni dei getti fino ad un massimo di tre giorni lavorativi, in attesa di esami e di controllo del cemento, non daranno luogo a compensi di sorta essendo stati tutti questi oneri compresi e compensati nel prezzo unitario del calcestruzzo per la diga.

Nel caso di vuotatura di un silos ed allontanamento del cemento dal cantiere, l'Impresa non avrà diritto a compensi di sorta.

Il cemento per le iniezioni, sarà fornito in sacchi senza che ciò dia luogo a maggiori pretese da parte dell'impresa

#### 47.1.3 Requisiti del calcestruzzo e relativi controlli

La normativa attualmente in vigore definita nel DM 14/01/2008 "Normativa delle costruzioni", prevede un approccio differente rispetto a quanto consolidato nella tradizione per la realizzazione dei calcestruzzi per le dighe.

Infatti questa richiama esplicitamente la norma europea UNI EN 206-1 e la norma italiana UNI 11104. Se da un lato queste norme definiscono con precisione le specifiche per i calcestruzzi in tutte le condizioni ambientali di utilizzo dall'altro non considerano calcestruzzi con aggregati di dimensioni ciclopiche come abitualmente richiesto nel confezionamento del calcestruzzo nelle dighe. Così pure la classificazione della consistenza del conglomerato segue metodi di prova non applicabili con granulometrie di grosso diametro.

Per considerare i calcestruzzi con aggregati di grosse dimensioni occorre quindi fare delle deroghe a quanto espresso dalle norme 206-1 soprattutto per quanto concerne il dosaggio minimo del cemento richiesto per le classi e di esposizione ambientale.

Per la determinazione del mix di calcestruzzo per il corpo diga occorre porre l'attenzione ai seguenti punti:

- a) garantire alle strutture una durabilità compatibile con la vita utile di servizio attesa;
- b) minimizzare gli effetti negativi prodotti dal calore di idratazione del cemento e dal ritiro idrometrico del conglomerato;
- c) produrre un cls con un grado di permeabilità basso.

#### *Durabilità e Vita Utile di Servizio*

La scelta delle prestazioni minime delle miscele da adottare deve essere eseguita sulla base delle indicazioni riportate nella norma UNI 11104 del 2004 (documento di applicazione nazionale della norma europea UNI EN 206-1) in funzione della classe di esposizione ambientale in cui l'opera, o la parte di opera, verrà a trovarsi in servizio. La classe di esposizione individuata per il corpo della diga (da verificare in sede progettuale) è la XC2+XF3 ambiente ciclicamente asciutto e bagnato con cicli di gelo/disgelo in elevata saturazione d'acqua senza Sali disgelanti. Per quanto riguarda la resistenza all'aggressione chimica da parte delle acque dolci in base all'analisi dell'acqua sarà necessario definire la classe di esposizione XA in base al prospetto 2 della UNI EN 206-1.

Nella definizione della composizione di massima delle ricette proposte, però, vista la particolarità dell'opera e dei diametri massimi degli aggregati utilizzati l'ottenimento del rispetto della classe di esposizione deve essere effettuato con prove mirate alla verifica della effettiva permeabilità della miscela oltre che alla adozione delle precauzioni legate alla aggressione chimica.

Inoltre i valori minimi dei contenuti di cemento riportati nella norma UNI 11104 potrebbero non venire rispettati, in quanto da un lato l'adozione di un diametro dell'aggregato pari a 90 mm richiede un quantitativo minore di cemento dall'altro l'utilizzo di un minore quantitativo di cemento limita i fenomeni di fessurazione.

#### *Il Calore di Idratazione e i Gradienti Termici*

Nelle strutture caratterizzate da notevole volume di calcestruzzo gettato in un'unica soluzione o in getti contigui ravvicinati nel tempo, come nel caso in oggetto, si instaurano gradienti termici tra il nucleo e la periferia che, qualora superino i 20°C possono indurre la formazione di fessure sulla parte corticale del manufatto per effetto della diversa dilatazione termica.

Al fine di evitare la formazione di fessure per gradienti termici, oltre all'adozione di adeguate misure di protezione del cls, va valutato il dosaggio ridotto di cemento nel calcestruzzo e l'adozione di cementi a basso sviluppo di calore.

Al fine di conseguire una più incisiva riduzione del dosaggio di cemento e, conseguentemente, del calore sviluppato, si considera la possibilità di aggiunte minerali pozzolaniche (tipo II ai sensi della UNI EN 206) in parziale sostituzione del cemento. L'eventuale impiego di additivi ritardanti favorisce il rallentamento del processo di idratazione limitando lo sviluppo del calore di idratazione.

### *Il Ritiro Igrometrico*

Per ridurre il ritiro igrometrico ossia la contrazione di volume che interessa tutti i sistemi a base cementizia, sono da considerare le seguenti precauzioni:

- adozione di conglomerati con basso rapporto a/c e basso dosaggio di cemento;
- aumento del volume di inerte che avendo maggior modulo elastico contrasta il ritiro,
- eventuale aggiunta di additivo SRA riduttore di ritiro igrometrico.

### *Permeabilità*

Al fine di ridurre la permeabilità del cls occorre limitare il rapporto acqua/cemento adottando miscele con valori inferiori a 0.50.

### *Caratteristiche della Miscela*

Classi di esposizione ambientale: XC2+XF3 (da verificare in fase di progettazione esecutiva)

Rapporto a/c max: 0.50

Cemento: 32.5N tipo III o IV.

Aggiunte Minerali: utilizzo di cenere volante

Classe di resistenza a compressione minima: C(25/30)

Contenuto minimo di aria: 3% (la fattibilità di questo valore dovrà essere verificata con aggregati di grosso diametro)

Diametro massimo dell'aggregato: 90mm

Classe di contenuto di cloruri del calcestruzzo: Cl 0.4

Volume di acqua di bleeding (UNI 7122): < 0.1%

Il delta misurato in condizioni adiabatiche tra la temperatura iniziale della miscela di calcestruzzo e quella misurata dopo 72 ore non deve superare i 30°C.

Permeabilità: profondità di penetrazione all'acqua <20 mm alla prova UNI EN 12390-8:2009.

La dosatura del cemento è prevista di norma di 180 Kg. per metro cubo di calcestruzzo reso e verrà stabilita in modo definitivo a seguito di una serie di prove preliminari che la D.L. farà eseguire, nei modi precisati qui di seguito.

La dosatura stessa potrà, peraltro, essere variata dalla D.L. anche durante il corso dei lavori e per determinate parti della diga.

Il rapporto acqua/cemento, previsto pari a 0,60, sarà reso definitivo in base ai risultati delle prove, sulle resistenze meccaniche e sulla permeabilità, che verranno eseguite con gli inerti delle cave prescelte, pertanto detto rapporto deve essere considerato indicativo e suscettibile di essere variato per ottenere anche la necessaria lavorabilità.

La Direzione Lavori ha facoltà di prescrivere per i getti della diga oppure solo per determinate parti di essa, l'aggiunta agli impasti di fluidificanti ed aeranti.

Questi saranno acquistati direttamente dall'Amministrazione e consegnati all'Impresa con le necessarie norme per le dosature e l'impiego.

Nulla, è dovuto per tutte le prestazioni che l'Impresa è obbligata a dare per il suddetto impiego.

### *Prove*

Precisamente definita la provenienza degli inerti, verranno iniziate subito le prove, che la D.L. riterrà necessarie, dirette a stabilire le definitive caratteristiche del calcestruzzo da impiegare.

L'Impresa dovrà mettere a disposizione, a sue spese locali, personale, mezzi di trasporto, macchinario di cantiere, apparecchiature di laboratorio assumendosi ogni onere sia per le prove condotte in cantiere che per quelle affidate ad un Laboratorio autorizzato.

In corso di lavoro, la D.L. preleverà, anche senza darne avviso all'Impresa ed anche senza rappresentanti di questa, in cava, in qualsiasi punto dell'impianto, delle betoniere, dei getti, dalla diga, campioni di materiale e di calcestruzzo nel numero, quantità, tempi che riterrà più opportuno al fine di accertare tutte le singole qualità fisiche, chimiche, meccaniche dei materiali, che comunque servano ad accertare la regolare esecuzione, da parte dell'Impresa, degli ordini ricevuti e degli impianti assunti, e che comprovino la regolarità di produzione e lavorazione, e tutte le altre caratteristiche che interessano la perfetta riuscita dell'opera, da ogni punto di vista.

Per i prelievi e per le prove richieste dalla Direzione Lavori con gli scopi predetti non è dovuto all'Impresa compenso alcuno.

La resistenza a compressione del calcestruzzo dovrà avere un incremento regolare e continuo col tempo di stagionatura dei provini, questi a 28 giorni di maturazione dovranno offrire resistenze alla compressione non inferiore a 150 Kg/mq.

Il peso specifico del calcestruzzo, alla stessa stagionatura, non dovrà risultare inferiore a 2.350 Kg/mc.

L'Impresa dovrà fornire, ove richiesto, e senza particolare compenso, la mano d'opera e gli attrezzi necessari ai prelievi ed alla confezione dei provini sopra accennati.

Dovrà pure porre a disposizione della D.L. due manovali ed un operaio qualificato per l'esecuzione delle prove nel laboratorio del cantiere, l'Amministrazione ha diritto, in qualsiasi tempo e momento ad ogni controllo. Inoltre dovranno risultare dalle prove: impermeabilità, basso ritiro, antigelività del calcestruzzo. Potranno anche essere richieste dalla D.L. prove di controllo sui provini ricavati da campioni di calcestruzzo prelevati dal corpo della diga, estraendoli con opportuni metodi che non ne alterino le caratteristiche di resistenza.

Tutti gli oneri per l'estrazione dei campioni e per le prove compreso il trasporto al Laboratorio ufficiale, i diritti e compensi a quest'ultimo, sono a carico dell'Impresa.

Di tutti i controlli eseguiti, e del loro esito sarà tenuto apposito registro che settimanalmente sarà firmato dai rappresentanti dell'Amministrazione e dell'Impresa con l'onere di fornire all'Assistente Governativo tutti gli elementi che verranno da esso richiesti.

#### 47.1.4 Norme per il getto del calcestruzzo della diga

Ai sensi del vigente Regolamento Dighe l'inizio dei getti del calcestruzzo, a formazione della diga, sarà subordinato all'accertamento da parte del Servizio Dighe della adeguatezza ed ido-

neità degli scavi compiuti per l'impostazione dell'opera e degli impianti per il confezionamento e la posa in opera del calcestruzzo.

Terminato lo scavo eventuali piccole sacche residue di granito arenizzato dovranno essere asportate e riempite di calcestruzzo a ricostruzione della roccia.

Tale riempimento sarà pagato ai prezzi previsti per il calcestruzzo diga, senza alcun particolare compenso, a nessun aggravio potrà farsi ricadere all'Amministrazione per il tempo da impiegarsi nei lavori di preparazione della sede, per le iniezioni, per il particolare magistero occorrente per tali minuziose e delicate operazioni.

Approntati i piani di fondazione e con gli ultimi eventuali provvedimenti la superficie verrà liberata dagli eventuali ristagni d'acqua e successivamente verrà ricoperta da uno strato di malta (sabbia 0-3 mm), dosata con 400 Kg. di cemento per mc. dello spessore medio di 8 cm. e su di esso verrà subito gettato il calcestruzzo.

Dopo l'inizio dei getti, questi proseguiranno senza interruzione, secondo il citato programma di lavoro, redatto dall'Impresa, approvato dalla D.L., ed inteso a realizzare le condizioni che, salvo casi di documentata forza maggiore, il tempo intercorrente, fra due getti sovrapposti e contigui, non superi mai il limite di 48 ore. Nel caso si dovessero prevedere soste prolungate di getto, verrà predisposto a monte ed a valle dei conci in cui tali soste si dovranno verificare un giunto di costruzione orizzontale, con le modalità che verranno indicate o qualsiasi altro provvedimento a giudizio della D.L.

L'onere di questi giunti, salvo fornitura a pie d'opera dei materiali da impiegarsi, resta a carico dell'impresa.

Dopo ultimato uno strato di getto verrà evitato, almeno per sei ore, il passaggio di personale sul calcestruzzo fresco, per evitare screpolature e fessurazioni; in caso di assoluta necessità il passaggio avverrà a valle e su passerelle appositamente predisposte.

I getti avverranno in strati di 50 cm. circa, ponendo ogni cura nel far sì che il getto di uno strato, una volta iniziato, venga assolutamente completato; in caso di assoluta forza maggiore, la ripresa del getto strato interrotto avverrà con la massima cura possibile, eventualmente rimuovendo lo strato superficiale in cui si riscontrassero deficienze nella omogeneità della massa.

Le riprese avverranno normalmente solo dopo accuratissimo trattamento eseguito con getto di acqua e di aria in pressione ad opportuna maturazione per asportare lo strato di biacca e successiva accurata eliminazione dei materiali rimossi e dell'acqua, residua; qualora non fosse effettuato tale trattamento, si provvederà ad un ravvivamento della superficie di ripresa con spazzole metalliche o con martello demolitore leggero munito di apposito adatto utensile asportando successivamente tutti i materiali scalpellati.

Sulla superficie dovranno ottenersi pertanto gli elementi inerti aderenti alla massa sottostante perfettamente liberati dalla pellicola di cemento, nonché, nell'insieme la superficie del calcestruzzo dovrà risultare decisamente scabra.

Il getto su questa superficie di ripresa verrà preceduto dal distendimento di uno strato ben uniforme, da uno a due centimetri di malta dosata con almeno 400 Kg/mc. di cemento.



Nessun particolare compenso è dovuto all'Impresa per gli oneri inerenti alle riprese di getto e per la fornitura e posa in opera della malta, essendosene tenuto debito conto nella formulazione dei prezzi unitari.

Le superfici di ripresa dovranno avere sempre una lieve pendenza a scendere da valle verso monte, ed i getti cominceranno da monte verso valle; il calcestruzzo, così come uscito dalle benne sarà opportunamente spianato con mezzi idonei senza proiezione ad evitare segregazione dei materiali; la vibrazione dovrà essere spinta a fondo, fino a toccare gli strati contigui; particolare attenzione dovrà però essere posta per evitare separazioni interne nella massa.

Per la vibrazione, saranno usati idonei vibratori ad ago ad immersione al alta frequenza, di potenza e massa adeguata, azionati elettricamente.

Di tali vibratori, l'Impresa dovrà averne disponibili, sul luogo di getto, oltre al numero necessario per la vibrazione, almeno due per ogni zona di lavoro, mentre congrua scorta dovrà averne sempre nei suoi magazzini, in modo che non venga mai a mancare al calcestruzzo tale importantissima fase di posa in opera.

I getti in diga non potranno avere inizio se prima non verrà constatata dalla Direzione Lavori la disponibilità effettiva in cantiere di vibratori in perfetta efficienza e in numero adeguato al programma di getti proposto dall'Impresa.

Per la vibrazione del calcestruzzo della diga saranno inoltre opportunamente addestrati operai in numero sufficiente per far sì che essa venga effettuata sempre da personale ben idoneo a tale compito.

La superficie dell'ultimo strato gettato nella giornata dovrà essere tempestivamente e con particolare cura ravvivata, come già detto in precedenza.

Tutte le superfici di calcestruzzo a partire dalla decima ora dopo il getto e per un mese successivo dovranno essere mantenute continuamente bagnate, con sistemi a pioggia o ad asperzione.

Nella stagione invernale, o comunque nei periodi di basse temperature, i getti dovranno essere protetti mediante copertura con stuoie o tendoni, tenuti opportunamente sollevati dalla superficie del getto mediante appositi telai; in tali condizioni, dovranno essere accuratamente seguite, specie di notte, le temperature al di sopra ed al disotto della protezione, mediante appositi termometri.

I getti potranno avere inizio al mattino solo con temperature superiori a 2° C con tendenza al miglioramento della temperatura; dovranno cessare alla sera quando la temperatura scende sotto i 4° C.

Possono essere ammesse deroghe a tali prescrizioni per le temperature esterne, solo se l'Impresa ricorra ad adeguati provvedimenti (riscaldamento dell'acqua di impasto o degli inerti, ecc.) a sue spese e con la preventiva insindacabile approvazione della D.L.

In ogni caso è vietata l'aggiunta al calcestruzzo di sostanze di qualsiasi genere.

Le casseforme saranno metalliche, di struttura molto robusta, a pannelli di dimensioni adeguate per riprodurre esattamente le sagome geometriche prescritte, senza che ne derivino angolosità e discontinuità.

Particolare cura sarà posta nelle connessioni tra pannello e pannello, per evitare sbavature e fuoriuscita di malta.

Nelle casseforme dovranno essere lasciati scoli in numero sufficiente per permettere il rapido smaltimento delle acque di lavaggio e dei detriti derivanti dalla pulizia; tali scoli saranno chiusi prima di iniziare i getti.

Prima della posa in opera i pannelli saranno accuratamente lavati e spazzolati in modo da presentare una superficie metallica pulita.

L'armatura di sostegno delle casseforme dovrà essere tale da assicurare l'assoluta indeformabilità dei casseri.

Il disarmo non potrà mai avvenire prima che siano trascorse almeno 48 ore dall'ultimazione del relativo getto, salvo variazioni in aumento che potranno essere ritenute necessarie in base alle prove.

Qualora nei getti, subito dopo iniziata la presa, si verificassero piccole lesioni o crinature, dovute a difetti dei materiali o al confezionamento e getto del calcestruzzo, la Direzione potrà ordinare la demolizione dei getti eseguiti, anche se le prove ed i controlli fatti a suo tempo sul cemento e sugli inerti avessero dato risultati favorevoli.

La Direzione si riserva in ogni modo di dare, in qualunque momento, tutte le disposizioni necessarie a garantire la migliore riuscita dell'opera, e l'Impresa si impegna ad eseguirle.

Tenuto conto che le riprese di getto costituiscono il punto più delicato delle strutture e che nonostante la più vigile cura esse spesso manifestano dei difetti, occorre che il programma di lavoro venga studiato e realizzato dall'Impresa in modo di eseguire ogni singolo elemento o concio con completa continuità salvo le sospensioni notturne e festive. Pertanto l'opera dovrà essere eseguita per elementi o conci intieri con una loro successione quale risulterà di maggior convenienza all'andamento generale del lavoro.

Sospensioni di getti nel corso di esecuzione di un elemento o di un concio, superiori a quarantotto ore e imputabili a fatto, negligenza o imprevidenza della Impresa, compresi guasti di qualsiasi genere e per qualsiasi causa agli impianti, nonché esaurimenti di scorte di inerti e cemento, interruzioni o irregolarità di approvvigionamento, comporteranno a completo carico della Impresa tutti quei provvedimenti che la Direzione Lavori intenderà di prendere per sanare il difetto di continuità verificatosi.

In ogni caso l'Impresa dovrà curare con il massimo scrupolo l'esecuzione dei getti della diga, soprattutto con riguardo alla impermeabilità generale e locale dell'opera, che deve risultare assicurata al massimo grado.

Massima attenzione sarà posta nella vibrazione del calcestruzzo in corrispondenza dei paramenti in modo che la superficie dell'opera risulti speculare senza accenno e vespai per evitare ogni rappezzamento.

La D.L. si riserva l'insindacabile diritto a far eseguire all'impresa od altra Ditta di fiducia, tutti gli interventi che a seguito degli invasi si riveleranno necessari per la impermeabilità dello sbarramento. Ove tali interventi, dipendessero da non perfetta esecuzione dei lavori, saranno a totale carico dell'Impresa.

#### 47.1.5 Dispositivi particolari nella diga in calcestruzzo

Nella diga saranno ricavati cunicoli d'ispezione, come previsto in progetto, gli oneri o i magisteri relativi sono compensati non detraendo il vuoto dal volume dell'opera.

Per i getti potranno dovranno essere usate casseforme metalliche di tipo rampante.

Le casseforme del cunicolo perimetrale, comprenderanno l'elemento di sbocco dei drenaggi discendenti.

In questi ultimi, al di sopra di detto elemento, verranno usate forme a camera d'aria di gomma gonfiate alla pressione di 6 atm., via via sollevabili previa diminuzione della pressione.

I drenaggi ascendenti saranno realizzati da perforazioni del Ø 200 mm spinte fino a 10,00 m nella roccia da eseguirsi dopo la costruzione dell'opera ed effettuate le iniezioni di saldatura roccia-calcestruzzo. Tali cunicoli e drenaggi verranno poi completati con tubazione drenante in PVC ricoperti con "calza" in geotessile del peso di 500 g/mq in polipropilene come previsto in progetto salvo variazioni della D.L. L'intercapedine tra la superficie della roccia ed il tubo drenante verrà intasato con sabbia. I dreni ascendenti dovranno essere eseguiti, secondo lo schema progettuale, ad un interasse di 2,50 m.

I dreni discendenti, di collegamento tra i vari livelli dei cunicoli, saranno realizzati con perforazioni del Ø 120 mm da eseguirsi dopo la costruzione dell'opera ed effettuate le iniezioni di saldatura roccia-calcestruzzo. In corrispondenza dei conci, i dreni saranno sostituiti da pozzi d'ispezione del Ø 1,00 m.

### 47.2 **Calcestruzzo per strutture in c.a. normale**

#### 47.2.1 Trasporto e consegna

Il Direttore dei Lavori prima dell'accettazione del calcestruzzo dovrà verificare l'eventuale segregazione dei materiali, perdita di componenti o contaminazione della miscela durante il trasporto e lo scarico dai mezzi.

Per il calcestruzzo preconfezionato i tempi di trasporto devono essere commisurati alla composizione del calcestruzzo ed alle condizioni atmosferiche

L'appaltatore dovrà fornire alla Direzione dei Lavori, prima o durante l'esecuzione del getto, il documento di consegna del produttore del calcestruzzo contenente almeno i seguenti dati:

- impianto di produzione;
- quantità in mc del calcestruzzo trasportato;
- dichiarazione di conformità alle disposizioni della norma UNI EN 206-1;
- denominazione o marchio dell'ente di certificazione;
- ora di carico;
- ore di inizio e fine scarico
- dati dell'appaltatore;
- cantiere di destinazione.

Per il calcestruzzo a prestazione garantita, la Direzione dei Lavori potrà chiedere le seguenti informazioni:

- tipo e classe di resistenza del cemento;

- tipo di aggregato;
- tipo di additivi eventualmente aggiunti;
- rapporto acqua/cemento;
- prove di controllo di produzione del calcestruzzo;
- sviluppo della resistenza;
- provenienza dei materiali componenti.

Per i calcestruzzi di particolare composizione dovranno essere fornite informazioni circa la composizione, il rapporto acqua/cemento e la dimensione massima dell'aggregato.

Il Direttore dei Lavori potrà rifiutare il calcestruzzo qualora non rispetti le prescrizioni di legge e contrattuali, espresse almeno in termini di resistenza contrattistica e classe di consistenza.

Le considerazioni su esposte valgono anche per il calcestruzzo confezionato in cantiere.

#### 47.2.2 Modalità del getto

Prima dell'esecuzione del getto la Direzione dei Lavori dovrà verificare la corretta posizione delle armature metalliche, la rimozione di polvere, terra, ecc, dentro le casseformi; i giunti di ripresa delle armature, la bagnatura dei casseri, le giunzioni tra i casseri, la pulitura dell'armatura da ossidazioni metalliche superficiali, la stabilità delle casseformi, ecc.

I getti devono essere eseguiti a strati di spessore limitato per consentirne la vibrazione completa ed evitare il fenomeno della segregazione dei materiali, spostamenti e danni alle armature, guaine, ancoraggi, ecc

Il calcestruzzo pompabile deve avere una consistenza semifluida, con uno slump non inferiore a 10-15 cm, inoltre l'aggregato deve avere diametro massimo non superiore ad 1/3 del diametro interno del tubo della pompa.

Le pompe a rotore o a pistone devono essere impiegate per calcestruzzo avente diametro massimo dell'aggregato non inferiore a 15 mm. In caso di uso di pompe a pistone devono adoperarsi le necessarie riduzioni del diametro del tubo in relazione al diametro massimo dell'inerte che non deve essere superiore ad 1/3 del diametro interno del tubo di distribuzione.

Le pompe pneumatiche devono adoperarsi per i betoncini e le malte o pasta di cemento.

La Direzione dei Lavori, durante l'esecuzione del getto del calcestruzzo, dovrà verificare la profondità degli strati, e la distribuzione uniforme entro le casseformi, l'uniformità della compattazione senza fenomeni di segregazione, gli accorgimenti per evitare danni dovuti alle vibrazioni o urti alle strutture già gettate.

L'appaltatore ha l'onere di approntare i necessari accorgimenti per la protezione delle strutture appena gettate dalle condizioni atmosferiche negative o estreme: piogge, freddo, caldo. La superficie dei getti deve essere mantenuta umida per almeno quindici giorni e comunque fino a 28 gg. In climi caldi e secchi.

Non si deve mettere in opera calcestruzzo a temperature minori di 0 °C salvo il ricorso ad opportune cautele autorizzate dalla Direzione dei Lavori.

### *Riprese di getto. Riprese di getto su calcestruzzo fresco e su calcestruzzo indurito*

Le interruzioni del getto devono essere limitate al minimo possibile, in tutti i casi devono essere autorizzate dalla Direzione dei Lavori.

Le riprese del getto su calcestruzzo fresco possono essere eseguite mediante l'impiego di additivi ritardanti nel dosaggio necessario in relazione alla composizione del calcestruzzo.

Le riprese dei getti su calcestruzzo indurito devono prevedere superfici di ripresa del getto precedente molto rugose che devono essere accuratamente pulite e superficialmente trattate per assicurare la massima adesione tra i due getti di calcestruzzo. La superficie di ripresa del getto di calcestruzzo può essere ottenuta con:

- scarificazione della superficie del calcestruzzo già gettato;
- spruzzando sulla superficie del getto una dose di additivo ritardante la presa;
- collegare i due getti con malta collegamento a ritiro compensato.

### *Getti in climi freddi*

I getti di calcestruzzo in climi freddi non devono essere eseguiti a temperatura inferiore a 0 °C. Nei casi estremi la Direzione dei lavori potrà autorizzare l'uso di additivi acceleranti. In caso di temperature molto basse il calcestruzzo dovrà essere confezionato con inerti preriscaldati con vapore ed acqua con temperatura tra 50 e 90 °C, avendo cura di non mescolare il cemento con l'acqua calda per evitare una rapida presa.

A discrezione della Direzione dei Lavori anche le casseforme potranno essere riscaldate dall'esterno mediante vapore acqueo, acqua calda od altro.

### *Getti in climi caldi*

I getti di calcestruzzo in climi caldi devono essere eseguiti di mattina, di sera o di notte ovvero quando la temperatura risulta più bassa.

I calcestruzzo dovranno essere confezionati preferibilmente con cementi a basso calore di idratazione oppure aggiungendo additivi ritardanti all'impasto.

Il getto successivamente deve essere trattato con acqua nebulizzata e con barriere frangivento per ridurre l'evaporazione dell'acqua di impasto.

Nei casi estremi il calcestruzzo potrà essere confezionato raffreddando i componenti ad esempio tenendo all'ombra gli inerti ed aggiungendo ghiaccio all'acqua. In tal caso, prima dell'esecuzione del getto entro le casseforme, la Direzione dei Lavori dovrà accertarsi che il ghiaccio risulti completamente disciolto.

### *Vibrazione e compattazione*

La compattazione del calcestruzzo deve essere appropriata alla consistenza del calcestruzzo. Nel caso di impiego di vibratori l'uso non deve essere prolungato per non provocare la separazione dei componenti il calcestruzzo per effetto della differenza del peso specifico ed il rifluimento verso l'alto dell'acqua di impasto con conseguente trasporto di cemento.

La compattazione del calcestruzzo deve evitare la formazione di vuoti, soprattutto nelle zone di copriferro.

### *Stagionatura e protezione*

La stagionatura delle strutture in calcestruzzo armato potrà essere favorita approntando accorgimenti per prevenire il prematuro essiccamento per effetto dell'irraggiamento solare e dell'azione dei venti, previa autorizzazione della Direzione dei Lavori, mediante copertura con teli di plastica, rivestimenti umidi, getti d'acqua nebulizzata sulla superficie, prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione ed in ultimo allungando i tempi del disarmo. I metodi predetti possono essere applicati sia separatamente o combinati.

I tempi di stagionatura potranno essere determinati con riferimento alla maturazione in base al grado di idratazione della miscela di calcestruzzo, agli usi locali, ecc.. Per determinare lo sviluppo della resistenza e la durata della stagionatura del calcestruzzo si farà riferimento al prospetto 12 della norma UNI EN 206-1.

L'appaltatore deve quindi garantire un adeguato periodo di stagionatura protetta, iniziato immediatamente dopo aver concluso le operazioni di posa in opera, il calcestruzzo potrà raggiungere le sue proprietà potenziali nella massa e in particolare nella zona superficiale.

La protezione consiste nell'impedire, durante la fase iniziale del processo di indurimento:

- l'essiccazione della superficie del calcestruzzo, perché l'acqua è necessaria per l'idratazione del cemento e, nel caso in cui si impieghino cementi di miscela, per il progredire delle reazioni pozzolaniche; inoltre per evitare che gli strati superficiali del manufatto indurito risultino porosi. L'essiccazione prematura rende il copriferro permeabile e quindi scarsamente resistente alla penetrazione delle sostanze aggressive presenti nell'ambiente di esposizione.
- il congelamento dell'acqua d'impasto prima che il calcestruzzo abbia raggiunto un grado adeguato di indurimento;
- che i movimenti differenziali, dovuti a differenze di temperatura attraverso la sezione del manufatto, siano di entità tale da generare fessure.

I metodi di stagionatura proposti dal Progettista dovranno essere preventivamente sottoposti all'esame del Direttore dei lavori che potrà richiedere le opportune verifiche sperimentali.

Tutte le superfici delle strutture gettate dovranno essere mantenute umide per almeno 15 gg. dopo il getto mediante utilizzo di prodotti filmogeni applicati a spruzzo ovvero mediante continua bagnatura con serie di spruzzatori d'acqua o con altri idonei sistemi e comunque fino a 28 gg. in climi caldi e secchi.

Per le solette é preferibile utilizzare i prodotti filmogeni citati o eseguire la bagnatura continuamente rinnovata. Qualora il prodotto filmogeno venga applicato su una superficie di ripresa, prima di eseguire il successivo getto si dovrà procedere a ravvivare la superficie.

Il metodo di stagionatura prescelto dovrà assicurare che le variazioni termiche differenziali nella sezione trasversale delle strutture, da misurare con serie di termocoppie, non provochino fessure o cavillature tali da compromettere le caratteristiche del calcestruzzo indurito. Tali variazioni termiche potranno essere verificate direttamente nella struttura mediante serie di termocoppie predisposte all'interno del cassero nella posizione indicata dal Progettista.

L'appaltatore dovrà evitare congelamenti superficiali o totali di strutture in c.a. sottili oppure innalzamenti di temperatura troppo elevati con conseguente abbattimento delle proprietà del

calcestruzzo indurito nel caso di strutture massive.

Durante il periodo di stagionatura protetta si dovrà evitare che i getti di calcestruzzo subiscano urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere.

#### *Fessurazione superficiale*

Per le strutture in c.a. in cui non sono ammesse fessurazioni dovranno essere predisposti i necessari accorgimenti previsti dal progetto esecutivo o impartite dalla Direzione dei Lavori. Le fessurazioni superficiali dovute al calore che si genera nel calcestruzzo devono essere controllate mantenendo la differenza di temperatura tra il centro e la superficie del getto intorno ai 20°C.

#### 47.2.3 Norma di riferimento

UNI EN 206-1 - Calcestruzzo. Specificazione, prestazione, produzione e conformità;

UNI 8656 - Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Classificazione e requisiti;

UNI 8657 - Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione della ritenzione d'acqua;

UNI 8658 - Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione del tempo di essiccamento;

UNI 8659 - Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione del fattore di riflessione dei prodotti filmogeni pigmentati di bianco;

UNI 8660 - Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione dell'influenza esercitata dai prodotti filmogeni sulla resistenza all'abrasione del calcestruzzo.

#### 47.2.4 Maturazione accelerata a vapore

In cantiere la maturazione accelerata a vapore del calcestruzzo gettato può ottenersi con vapore alla temperatura di 55-80 °C alla pressione atmosferica. La temperatura massima raggiunta dal calcestruzzo non deve superare i 60 °C, il successivo raffreddamento deve avvenire con gradienti non superiori a 10 °C/h.

#### 47.2.5 Disarmo delle strutture

Il disarmo deve avvenire per gradi ed adottando gli opportuni provvedimenti necessari ad evitare l'innescò di azioni dinamiche.

Il disarmo non deve avvenire prima che la resistenza del conglomerato abbia raggiunto il valore necessario in relazione all'impiego della struttura all'atto del disarmo, tenendo anche conto delle altre esigenze progettuali e costruttive; la decisione è lasciata al giudizio del Direttore dei Lavori.

Le operazioni di disarmo delle strutture devono essere eseguite da personale specializzato, dopo l'autorizzazione del Direttore dei Lavori. Si dovrà tenere conto e prestare attenzione che sulle strutture da disarmare non vi siano carichi accidentali e temporanei e verificare i tempi di maturazione dei getti in calcestruzzo.

Il disarmo di armature provvisorie di grandi opere quali:

- centine per ponti ad arco;
- coperture ad ampia luce e simili,
- altre opere che non rientrano negli schemi di uso corrente, deve essere eseguito:
- con cautela,
- da operai pratici,
- sotto la stretta sorveglianza del capo cantiere,
- solo dopo l'autorizzazione del Direttore dei Lavori;

È vietato disarmare le armature di sostegno se sulle strutture insistono carichi accidentali e temporanei.

Il disarmo deve essere eseguito ad avvenuto indurimento del calcestruzzo, le operazioni non devono provocare danni e soprattutto agli spigoli delle strutture.

L'appaltatore non può effettuare il disarmo delle strutture entro giorni #DATI-MANCANTI# {indicare il numero di giorni} dalla data di esecuzione del getto.

Il caricamento delle strutture in c.a. disarmate deve essere autorizzato dalla Direzione dei Lavori che deve valutarne l'idoneità statica o in relazione alla maturazione del calcestruzzo ed i carichi sopportabili.

La Direzione dei Lavori potrà procedere alla misura delle deformazioni delle strutture dopo il disarmo, considerando l'azione del solo peso proprio

In ogni caso per il disarmo delle strutture in c.a. si farà riferimento alle norme:

D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164 - Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro nelle costruzioni;

UNI EN 206-1 - Calcestruzzo. Specificazione, prestazione, produzione e conformità.

*Tempi minimi per del disarmo delle strutture in c.a. dalla data del getto.*

|  | <b>Calcestruzzo normale<br/>(giorni)</b> | <b>Calcestruzzo ad alta resistenza<br/>(giorni)</b> |
|--|--|---|
| Sponde dei casseri di travi e pilastri     | 3  | 2   |
| Solette si luce modesta                    | 10                                       | 4   |
| Puntelli e centine di travi, archi e volte | 24                                       | 12  |
| Strutture a sbalzo                         | 28                                       | 14  |

#### 47.2.6 Casseforme e puntelli

##### *Caratteristiche delle casseforme*

Nella realizzazione delle strutture in c.a. debbono essere impiegate casseforme metalliche o di materiali fibrocompresi o compensati; in ogni caso le casseforme dovranno avere dimensioni e spessori sufficienti ad essere opportunamente irrigidite o controventate per assicurare l'ottima riuscita delle superfici dei getti e delle opere e la loro perfetta rispondenza ai disegni di progetto.

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



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

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

#### *Legname per carpenteria*

|                                   |  |  |
|-----------------------------------|--|--|
| Tavolame                          | Tavole (o sottomisure)                       | spessore 2,5 cm<br>larghezza 8-16 cm<br>lunghezza 4 m    |
|                                   | Tavoloni (da ponteggio)                      | spessore 5 cm<br>larghezza 30-40 cm<br>lunghezza 4 m     |
| Legname segato                    | Travi (sostacchine)                          | sezione quadrata<br>da 12x12 a 20x20 cm<br>lunghezza 4 m |
| Legname tondo                     | Antenne, candele                             | diametro min 12 cm<br>lunghezza > 10-12 cm               |
|                                   | Pali, ritti                                  | diametro 10-12 cm<br>lunghezza > 6-12 cm                 |
| Residui di lavorazioni precedenti | da tavole (mascelle)<br>da travi (mozzature) | lunghezza >20 cm   |

#### *Pulizia e trattamento*

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

Dove e quando necessario si farà uso di prodotti disarmanti disposti in strati omogenei continui. I disarmanti non dovranno assolutamente macchiare la superficie in vista del conglomerato cementizio. Su tutte le casseforme di una stessa opera dovrà essere usato lo stesso prodotto. Nel caso di utilizzo di casseforme impermeabili, per ridurre il numero delle bolle d'aria sulla superficie del getto si dovrà fare uso di disarmante con agente tensioattivo in quantità controllata e la vibrazione dovrà essere contemporanea al getto.

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

#### *Giunti e riprese di getto*

I giunti tra gli elementi di cassaforma saranno realizzati con ogni cura al fine di evitare fuoriuscite di boiaccia e creare irregolarità o sbavature; potrà essere prescritto che tali giunti debbano essere evidenziati in modo da divenire elementi architettonici.

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

### *Legature delle casseforme e distanziatori delle armature*

I dispositivi che mantengono in posto le casseforme, quando attraversano il conglomerato cementizio, non devono essere dannosi a quest'ultimo, in particolare viene prescritto che, dovunque sia possibile, gli elementi delle casseforme vengano fissati nella esatta posizione prevista usando fili metallici liberi di scorrere entro tubi di PVC o simile, questi ultimi destinati a rimanere incorporati nel getto di conglomerato cementizio; dove ciò non fosse possibile, previa informazione alla Direzione dei Lavori, potranno essere adottati altri sistemi prescrivendo le cautele da adottare.

È vietato l'uso di distanziatori di legno o metallici, sono ammessi quelli in plastica, ma ovunque sia possibile dovranno essere usati quelli in malta di cemento.

La superficie del distanziatore a contatto con la cassaforma deve essere la più piccola possibile, si preferiranno quindi forme cilindriche, semicilindriche e emisferiche.

### *Predisposizione di fori, tracce, cavità, etc.*

L'appaltatore avrà l'obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni progettuali esecutivi per ciò che concerne fori, tracce, cavità, incassature, etc. per la posa in opera di apparecchi accessori quali giunti, appoggi, smorzatori sismici, pluviali, passi d'uomo, passerelle d'ispezione, sedi di tubi e di cavi, opere interruttive, sicurvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti d'impianti, etc.

### *Disarmo*

I casseri e i puntelli devono rimanere indisturbati fino alla data di disarmo delle strutture. I casseri ed i puntelli devono assicurare le tolleranze strutturali in modo da non compromettere l'idoneità delle strutture interessate.

Si potrà procedere alla rimozione delle casseforme dai getti quando saranno state raggiunti i tempi di stagionatura ritenuti ottimali dal Direttore dei Lavori, se maggiori, i tempi prescritti dal progettista per ottenere le resistenze richieste.

Le eventuali irregolarità o sbavature, qualora ritenute tollerabili, dovranno essere asportate mediante bocciardatura ed i punti difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta cementizia a ritiro compensato immediatamente dopo il disarmo.

Eventuali elementi metallici, quali chiodi o reggette che dovessero sporgere dai getti, dovranno essere tagliati almeno 1,0 cm sotto la superficie finita e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento ad alta adesione.

### *Disarmanti*

L'impiego di disarmanti per facilitare il distacco delle casseforme non deve pregiudicare l'aspetto della superficie del calcestruzzo, la permeabilità, influenzarne la presa, formazione di bolle e macchie.

La Direzione dei Lavori potrà autorizzare l'uso di disarmanti sulla base di prove sperimentali per valutarne gli effetti finali; in generale le quantità di disarmante non devono superare i dosaggi indicati dal produttore lo stesso vale per l'applicazione del prodotto.

Norme di riferimento:

UNI 8866-1 - Prodotti disarmanti per calcestruzzi. Definizione e classificazione;

UNI 8866-2 - Prodotti disarmanti per calcestruzzi. Prova dell'effetto disarmante, alle temperature di 20 e 80 °C, su superficie di acciaio o di legno trattato.

#### *Ripristini e stuccature*

Nessun ripristino o stuccatura potrà essere eseguito dall'appaltatore dopo il disarmo del calcestruzzo senza il preventivo controllo del Direttore dei Lavori, che dovrà autorizzare i materiali e la metodologia, proposti dal Progettista, da utilizzare per l'intervento.

A seguito di tali interventi, la Direzione dei Lavori potrà richiedere, per motivi estetici, la ripulitura o la verniciatura con idonei prodotti delle superfici del getto.

### **47.3 Iniezioni di Solidarizzazione Conci**

Realizzazione di getto di boiaccia cementizia per solidarizzazione conci mediante realizzazione di serpentina con tubazione in PeAD De 63 completa di curve, T, giunzioni e raccordi. Le tubazioni dovranno essere posate in senso orizzontale come da schemi grafici con passo di 2,50 m tra le file e dovranno essere posti raccordi a T a distanza di 2 m sulla fila. Tale raccordo dovrà terminare con un sistema di chiusura doppio: un tappo in gomma dura ad occludere la tubazione, un secondo tappo in gomma morbida, in serie al precedente, inglobato anch'esso nel getto. La serpentina presenterà in corrispondenza dei pozzi d'iniezione uno stacco completo di saracinesca e giunto filettato per il collegamento all'impianto d'iniezione.

L'iniezione avverrà dalla saracinesca inferiore di ogni serpentina mediante un'iniezione di una miscela di acqua e cemento aventi le seguenti caratteristiche:

- Rapporto acqua/cemento  $A/C = 0.6 \div 0.7$
- Cemento: fine tipo Portland CEM I 52,5. Valore Blaine  $\approx 3.000 \text{ cm}^2/\text{gr}$ .
- Viscosità Marsh: 38-42 s
- Decantazione: max 5% dopo 120 min
- Resistenza a compressione della miscela indurita (a 28 gg)  $15 \div 20 \text{ MPa}$

La pressione d'iniezione verrà indicata dalla Direzione Lavori su ogni fase di lavoro e comunque non dovrà superare i 3 bar.

### **47.4 Iniezioni cementizie**

Si distinguono in iniezioni d'impermeabilizzazione roccia, a formazione dello schermo di tenuta, di saldatura della roccia di fondazione al calcestruzzo della diga, e d'integrazione della roccia di fondazione.

#### **47.4.1 Iniezioni di impermeabilizzazione**

Verranno realizzate di norma su tre file di fori, parallele, disposte alla distanza di 1,00 m l'una dall'altra.

I fori di iniezione lungo le file sono disposti quinconce alla distanza di 2,50 m ad hanno andamento subverticale.

I fori della prima fila, cioè di quella a monte, saranno i primi ad essere eseguiti ed iniettati.

Successivamente verranno perforati ed iniettati i fori della terza fila restando arretrati di una distanza non inferiore a 10 m. dai fori già iniettati della prima fila.

Tutti i fori verranno eseguiti con sonda del Ø 101 mm. con ritiro continuo e conservazione delle carote.

I fori della fila intermedia, che possono definirsi di controllo, verranno terebrati ed iniettati in ultima fase.

I fori relativi al carotaggio verranno sottoposti a prove di assorbimento d'acqua per tratti di 5,00 m procedendo dall'alto verso il basso.

Raggiunta la profondità voluta, tali verranno iniettati dal basso verso l'alto per tratte di 5,00 m.

In tutti gli altri fori le iniezioni verranno eseguite dall'alto verso il basso per tratte di 5,00 m.

La pressione di iniezione, nella fase finale, dove gli assorbimenti sono minimi verrà, a giudizio della D.L., spinta fino al raggiungimento della pressione massima di 40 atm seguendo uno schema incrementale di pressioni e portate secondo quanto previsto dal metodo sperimentale GIN (Grouting Intensity Number).

La miscela acqua/cemento verrà opportunamente dosata a seconda degli assorbimenti ed avrà come composizione base le seguenti caratteristiche:

Rapporto acqua/cemento A/C= 0.6÷0.7

Cemento: fine tipo Portland CEM I 52,5. Valore Blaine  $\approx$  3.000 cm<sup>2</sup>/gr.

Viscosità Marsh: 38-42 s

Decantazione: max 5% dopo 120 min

Resistenza a compressione della miscela indurita (a 28 gg) 15÷20 MPa

In caso di elevato assorbimento, le iniezioni potranno essere sospese a giudizio della D.L., per un periodo di tempo non inferiore a 24 ore; quindi il foro verrà riperforato lavato ed iniettato con eventuale aggiunta alla miscela di sabbia finissima naturale o di macinazione ed ancora eventualmente di bentonite od altri materiali.

I limiti di profondità dello schermo impermeabile previsti in progetto, come la distanza dei fori potranno essere a giudizio insindacabile della D.L. comunque variati od integrati a seconda degli assorbimenti che si registreranno all'atto esecutivo, senza che l'Impresa possa avanzare pretese di sorta per tali variazioni.

Le iniezioni di cui trattasi verranno intraprese prima di asportare l'ultimo metro di roccia, per il contenimento delle pressioni, la cui quota verrà decisa dalla D.L. in base alle caratteristiche meccaniche e di compattezza della roccia stessa.

A iniezioni eseguite si procederà ad effettuare prove di assorbimento che verranno eseguite per una lunghezza  $L > 5 D$ , dove L è la lunghezza del tratto di foro isolato e D è il diametro del foro: in genere la lunghezza del tratto da provare varia da meno di 1 m a 5 m, a seconda della permeabilità dell'ammasso roccioso.

Si procederà ad iniettare acqua nel tratto di prova, eseguendo almeno tre diversi gradini di pressione in salita e ripetendo gli stessi primi due gradini in discesa.

Ciascun gradino di portata, in salita o in discesa, sarà mantenuto per almeno 10 ÷ 20 minuti primi dopo il raggiungimento della stabilizzazione degli assorbimenti (regime di equilibrio).

#### 47.4.2 Iniezioni di saldatura roccia - calcestruzzo

Verranno eseguite su due file di fori disposti a quinconce alla distanza di 1,00 m e ad interasse di 1,50 m sulla fila.

Una fila corre lungo il piede del paramento a monte della diga ed i relativi fori sono verticali ad intercettare lo schermo impermeabile e spinti nella roccia di fondazione di norma per un'altezza di 10,00 m.

La pressione sarà contenuta entro le 10 atm. nei casi di assorbimento sensibili, comunque sarà stabilita punto per punto a giudizio insindacabile della D.L.

Le iniezioni di saldatura non potranno essere eseguite prima che la costruzione della diga abbia raggiunto sul singolo concio un'altezza di almeno 20 m dalla quota di fondazione, salvo variazioni disposte dalla D.L.

### 47.5 **Armature metalliche**

Le armature metalliche per le opere in c.a. saranno posate rigorosamente secondo le indicazioni degli elaborati progettuali. L'Appaltatore, sotto sua unica pena e responsabilità, dovrà rispettare oltre alle dimensioni delle armature indicate in progetto anche tutte le restanti indicazioni circa la forma, le sovrapposizioni, i copriferro nonché le modalità operative di vibrazione del calcestruzzo in presenza delle armature.

Per il controllo del peso effettivo da ogni partita dovranno essere prelevati dei campioni di barra. Qualora risultassero sezioni effettive inferiori a quelle ammesse dalle tolleranze previste nel D.M. attuativo della Legge n. 1086/1971 il materiale verrà rifiutato e subito allontanato dal cantiere.

Qualora il peso effettivo risultasse inferiore al 98% di quello teorico e fosse accettabile in base alle tolleranze previste nel D.M. 14 gennaio 2008, dovranno essere aggiunte (modificando i disegni di progetto e informando il Direttore dei lavori) barre in quantità sufficiente a realizzare una sezione di acciaio non inferiore a quella prevista dal progetto esecutivo originariamente approvato.

Non esiste tolleranza sul peso teorico di campione spazzolato del diametro nominale dell'acciaio costituente l'armatura delle strutture.

#### 47.5.1 Ancoraggio delle barre

Le barre tese dovranno essere prolungate oltre la sezione nella quale esse sono soggette alla massima tensione in misura sufficiente a garantirne l'ancoraggio; per le barre tonde lisce questo sarà realizzato con uncini semicircolari, di luce interna non minore di 5 diametri, prolungati oltre il semicerchio per non meno di 3 diametri. Tali uncini saranno considerati equivalenti ad un tratto rettilineo di lunghezza pari a 20 diametri e dovranno essere sempre previsti.

Nelle barre ad aderenza migliorata gli uncini potranno essere omessi; gli eventuali ancoraggi, con raggio di curvatura non minore di 6 diametri, dovranno essere valutati nella misura del

loro sviluppo, le barre dovranno essere ancorate per una lunghezza non minore di 10 diametri o di 15 cm. Particolari cautele saranno adottate in presenza di fenomeni di fatica. Per barre sicuramente compresse gli uncini potranno essere omessi anche per le barre lisce.

All'estremità delle travi dovrà essere presente un'armatura inferiore, convenientemente ancorata, tale da assorbire uno sforzo uguale alla reazione d'appoggio.

#### 47.5.2 - Lavorazione delle barre – Giunzioni

Le barre non dovranno in nessun caso essere piegate a caldo. Le giunzioni delle barre in zona tesa, quando non fossero evitabili, si dovranno realizzare nelle regioni di minore sollecitazione; in ogni caso dovranno essere sfalsate in guisa che ciascuna interruzione non interessi una sezione metallica maggiore di 1/4 di quella complessiva e sia distante dalle interruzioni contigue non meno di 60 volte il diametro delle barre di maggiore diametro.

Eventuali giunzioni, quando non evitabili, dovranno essere realizzate manicotti filettati.

L'appaltatore dovrà consegnare preventivamente al Direttore dei Lavori schede tecniche dei prodotti che intende utilizzare.

L'impiego di saldature non è di norma consentito e può essere applicato per le gabbie di armatura dei pali di fondazione e in casi speciali dietro autorizzazione della Direzione dei Lavori.

Per le gabbie di armatura dovranno comunque essere effettuati prelievi barre con elementi di staffa saldati da sottoporre a prove di trazione presso i laboratori di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 con lo scopo di verificare che la saldatura non abbia provocato una riduzione di resistenza nelle barre.

Negli altri casi, le modalità di saldatura, che devono essere descritte in apposita procedura redatta dall'appaltatore, devono essere approvate dalla Direzione dei Lavori prima dell'inizio delle attività.

Nel corso dei lavori il Direttore dei Lavori, per giustificati motivi, potrà comunque richiedere ulteriori prove di controllo sulle saldature eseguite.

In ogni caso potranno essere realizzate esclusivamente, previa autorizzazione della Direzione Lavori, i seguenti tipi di giunzione:

Le armature longitudinali non possono essere interrotte ovvero sovrapposte all'interno di un nodo strutturale (incrocio travi-pilastri), bensì nelle zone di minore sollecitazione lungo l'asse della trave.

Quando invece si deve realizzare la continuità con altra barra in zona tesa, la continuità deve essere realizzata con sovrapposizioni o altri dispositivi possibilmente posizionati nelle regioni di minor sollecitazione. In ogni caso le sovrapposizioni o i dispositivi utilizzati devono essere opportunamente sfalsati.

La continuità fra le barre può effettuarsi mediante:

- sovrapposizione, calcolata in modo da assicurare l'ancoraggio di ciascuna barra. In ogni caso la lunghezza di sovrapposizione nel tratto rettilineo deve essere non minore di 20 volte il diametro della barra e la prosecuzione di ciascuna barra deve essere deviata verso la zona compressa. La distanza mutua (interferro) nella sovrapposizione non deve superare 6 volte il dia-

metro; negli elementi prevalentemente tesi (catene, tiranti) sarà vietata la giunzione per sovrapposizione.

- saldature, eseguite in conformità alle norme in vigore sulle saldature. Devono essere accertate la saldabilità degli acciai che vengono impiegati, nonché la compatibilità fra metallo base e metallo di apporto nelle posizioni o condizioni operative previste nel progetto esecutivo; Comunque, il coefficiente di sicurezza a rottura della giunzione dovrà essere non minore di quello con il quale sono state determinate le tensioni ammissibili per il materiale base.

- manicotto filettato o presso-estruso. Tale tipo di giunzione deve essere preventivamente validata mediante prove sperimentali.

#### 47.5.3 Realizzazione delle gabbie e posizionamento delle armature per c.a.

Le gabbie di armatura dovranno essere, per quanto possibile, composte fuori opera; in ogni caso in corrispondenza di tutti i nodi dovranno essere eseguite legature doppie incrociate in filo di ferro ricotto di diametro non inferiore a 0,6 mm in modo da garantire l'invariabilità della geometria della gabbia durante il getto.

Nel caso di gabbie assemblate con parziale saldatura l'acciaio dovrà essere del tipo saldabile. La posizione delle armature metalliche entro i casseri dovrà essere garantita utilizzando esclusivamente opportuni distanziatori in materiale plastico non deformabile oppure di malta o pasta cementizia, in modo da rispettare il copriferro prescritto.

L'appaltatore dovrà adottare tutti gli accorgimenti necessari affinché le gabbie mantengano la posizione di progetto all'interno delle casseforme durante il getto.

#### 47.5.4 Copriferro ed interferro

Qualunque superficie metallica dovrà distare dalle facce esterne dal conglomerato 0,8 cm nel caso di solette e di almeno 2 cm nel caso di travi e pilastri.

Le superfici delle barre dovranno essere mutualmente distanti in ogni direzione di almeno 1 diametro e, in ogni caso, non meno di 2 cm. Per le barre di sezione non circolare si dovrà considerare il diametro del cerchio circoscritto.

Comunque la superficie dell'armatura resistente principale, per le varie sollecitazioni prevalenti, deve distare dalle facce esterne del conglomerato cementizio di almeno 20 mm.

Tali misure vanno congruamente aumentate in funzione della porosità del calcestruzzo, dell'aggressività dell'ambiente e della sensibilità dell'armatura alla corrosione.

#### 47.5.5 Armature minime degli elementi strutturali in c.a.

Le armature di elementi strutturali in c.a. devono rispettare le dimensioni minime stabilite dalle norme tecniche emanate con D.M. 14 gennaio 2008.

#### *Armatura longitudinale*

Gli elementi strutturali debbono possedere una sufficiente robustezza. Per gli elementi strutturali delle costruzioni civili consistenti in travi, pilastri ecc, l'armatura parallela all'asse dell'elemento non deve essere inferiore allo 0,3% dell'area totale della sezione di conglomerato cementizio, opportunamente distribuita sulla sezione in funzione del tipo di sollecitazione prevalente.

Nelle sezioni a spigoli vivi, occorrerà disporre una barra longitudinale in corrispondenza di ciascuno spigolo. Per le sezioni a perimetro continuo, le barre longitudinali non potranno avere interassi maggiori di 200 mm.

Per le strutture in zona sismica, il rapporto tra le aree delle armature longitudinali ai due lembi, non può essere inferiore a 0,5.

#### *Travi: armatura trasversale, armatura a taglio e a torsione*

Le travi devono prevedere armatura trasversale costituita da staffe con sezione complessiva non inferiore ad  $A_{st} = 1,5 b$  mm<sup>2</sup>/m essendo  $b$  lo spessore minimo dell'anima in millimetri, con un minimo di tre staffe al metro e comunque interasse non inferiore a 0,8 volte l'altezza utile della sezione.

In prossimità di carichi concentrati o delle zone d'appoggio, per una lunghezza pari all'altezza utile della sezione da ciascuna parte del carico concentrato, il passo delle staffe non dovrà superare il valore  $12 \Phi_l$ , essendo  $\Phi_l$  il diametro minimo dell'armatura longitudinale.

In presenza di significative sollecitazioni torsionali dovranno disporsi nelle travi staffe aventi sezione complessiva, per metro lineare, non inferiore a  $2,0 b$  mm<sup>2</sup>, essendo  $b$  lo spessore minimo dell'anima misurata in millimetri; il passo delle staffe non dovrà superare  $1/8$  della lunghezza della linea media della sezione anulare resistente e comunque non superiore a 200 mm.

Per le strutture in zona sismica, e per una distanza da un nodo strutturale pari a 2 volte l'altezza della trave, le prescrizioni precedenti vanno raddoppiate.

#### *Pilastri*

Nel caso di elementi sottoposti a prevalente sforzo normale, le barre parallele all'asse devono essere maggiori od uguali a 12 mm.

Nelle sezioni a spigoli vivi, occorrerà disporre una barra longitudinale in corrispondenza di ciascuno spigolo. Per i tratti a perimetro continuo, le barre longitudinali non potranno avere interassi maggiori di 300 mm.

Le armature trasversali devono essere poste ad interasse non maggiore di 10 volte il diametro minimo delle barre impiegate per l'armatura longitudinale, con un massimo di 250 mm. Le staffe devono essere chiuse e conformate in modo da contrastare efficacemente, lavorando a trazione, gli spostamenti delle barre longitudinali verso l'esterno. Il diametro delle staffe non deve essere minore di 6 mm e di  $1/3$  del diametro massimo delle barre longitudinali.

Per le strutture in zona sismica, e per una distanza dalla sezione di momento flettente massimo pari a 0,33 volte la distanza tra le sezioni di momento flettente massimo e nullo, le staffe devono essere disposte ad interasse non maggiore di 5 volte il diametro minimo delle barre impiegate per l'armatura longitudinale, con un massimo di 100 mm.

Il diametro delle staffe non deve essere minore di 8 mm e di  $1/3$  del diametro massimo delle barre longitudinali.



### *Strutture bidimensionali piane e curve*

Nel caso di strutture bidimensionali piane, con sforzo prevalente agente nel piano medio dello spessore (lastre, setti, travi parete), le reti di armatura disposte su entrambe le facce devono essere tra loro collegate con ganci e devono rispondere ai seguenti requisiti:

- diametro minimo delle barre disposto nella direzione degli sforzi prevalenti = 10 mm;
- diametro minimo delle barre trasversali = 6 mm;
- elementi di collegamento tra le due reti: almeno 6 per ogni m<sup>2</sup> di parete;
- la percentuale minima di armatura nelle due direzioni per ogni strato di rete deve essere pari allo 0,15 %.

Particolare attenzione deve essere posta nella disposizione delle armature nelle zone di introduzione di forze, in corrispondenza degli appoggi ovvero in corrispondenza di aperture.

Per strutture bidimensionali piane, con carico prevalente agente ortogonalmente al piano medio dello spessore (piastre o solette), si devono rispettare i seguenti requisiti:

- diametro minimo delle barre = 6 mm;
- percentuale minima di armatura nelle due direzioni principali di flessione pari allo 0,15%;
- elementi di sostegno per le armature superiori: almeno 6 per ogni m<sup>2</sup>;
- armature di intradosso ancorate in corrispondenza degli appoggi e in quantità sufficiente da assorbire la reazione d'appoggio.

Nelle strutture a guscio, a semplice o doppia curvatura, valgono le regole riportate per le lastre, ma con un numero di collegamenti tra le due reti di armatura adeguato all'entità degli sforzi e alla curvatura.

### **Art. 48 Casseforme - Armature - Centinature**

Le casseforme e le relative armature di sostegno dovranno essere sufficientemente rigide per resistere, senza apprezzabili deformazioni, al peso proprio della costruzione, ai carichi accidentali di lavoro ed alla vibrazione o battitura del conglomerato. Le superfici interne dovranno presentarsi lisce, pulite e senza incrostazioni di sorta; il potere assorbente dovrà essere uniforme e non superiore a 1 g/m<sup>2</sup>h (misurato sotto battente d'acqua di 12 mm), salvo diversa prescrizione. Sarà ammesso l'uso di disarmanti; questi però non dovranno macchiare o danneggiare le superfici del conglomerato.

I giunti nelle casseforme saranno eseguiti in modo da evitare sbrodolamenti, non soltanto tra i singoli elementi che costituiscono i pannelli, ma anche attraverso le giunzioni verticali ed orizzontali dei pannelli stessi.

### **Art. 49 Opere in cemento armato precompresso**

Oltre a richiamare quanto è stato prescritto all'articolo per i normali conglomerati armati, si precisa che per le opere in argomento si dovranno rispettare le specifiche prescrizioni di cui alla Parte I° delle "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in c.a. normale e precompresso e per le strutture metalliche" approvate con 14 gennaio 2008 con le eventuali successive

modifiche ed integrazioni biennali ai sensi dell'art. 21 della Legge 5 novembre 1971, n. 1086.

## **Art. 50 Strutture e manufatti prefabbricati**

### **50.1 - Strutture prefabbricate**

Tutti i sistemi costruttivi e strutture portanti previsti negli artt. 1 e 2 della Legge 5 novembre 1964, n. 1224, con particolare riferimento alle strutture prefabbricate, al fine di dare la necessaria garanzia nei riguardi della stabilità nonché della tutela della pubblica incolumità, dovranno essere forniti di apposita dichiarazione di idoneità tecnica rilasciata dal Consiglio Superiore dei LL.PP. conformemente a quanto prescritto con Circolari del Ministero dei LL.PP. 6 febbraio 1965, n. 1422 e 11 agosto 1969, n. 6090, punto 7.3.

### **50.2 - Manufatti prefabbricati**

L'impiego di manufatti prefabbricati in conglomerato normale precompresso, misti in laterizio e cemento armato e di complessi in metallo fabbricati in serie e che assolvono una funzione statica sarà subordinato, ai sensi dell'art. 9 della Legge 05.11.1971, n. 1086, all'avvenuta preventiva comunicazione, da parte della Ditta produttrice, al Ministero dei LL.PP., della documentazione prescritta alle lettere a), b), c), d), dello stesso articolo.

Inoltre, a norma della Parte III delle "Norme tecniche" emanate con D.M. 14 gennaio 2008 ogni fornitura di manufatti prefabbricati dovrà essere accompagnata, oltre a quanto previsto dal penultimo comma dell'art. 9, anche da un certificato d'origine firmato dal produttore (il quale con ciò assume per i manufatti stessi le responsabilità che la legge attribuisce al costruttore) e dal tecnico responsabile della produzione.

Copia del certificato d'origine dovrà essere allegata alla relazione del Direttore delle opere di cui all'art. 6 della Legge 5 novembre 1971, n. 1086.

Il progettista delle strutture sarà responsabile dell'organico inserimento e della previsione di utilizzazione dei manufatti nel progetto delle strutture dell'opera.

## **Art. 51 Solai misti in c.a. e c.a.p.**

Nei solai misti in conglomerato cementizio armato normale e precompresso e blocchi forati in laterizio, i laterizi in blocchi hanno funzione di alleggerimento e di aumento della rigidità flessionale del solaio.

La resistenza allo stato limite ultimo è affidata al conglomerato cementizio ed alle armature ordinarie e/o precomprese.

### **51.1 Prescrizioni dimensionali minime**

#### *Spessore minimo dei solai*

Lo spessore minimo dei solai non deve essere minore di 150 mm.

Le deformazioni devono risultare compatibili con le condizioni di esercizio del solaio e degli elementi costruttivi ed impiantistici ad esso collegati.

#### *Spessore minimo della soletta*

Nei solai lo spessore minimo della soletta di conglomerato cementizio non deve essere minore di 40 mm.

#### *Larghezza ed interasse delle nervature*

La larghezza minima delle nervature in conglomerato cementizio per solai con nervature gettate o completate in opera non deve essere minore di 1/8 dell'interasse tra i travetti e comunque non inferiore a 80 mm.

L'interasse delle nervature non deve in ogni caso essere maggiore di 15 volte lo spessore della soletta. Il blocco interposto deve avere dimensione massima inferiore a 520 mm.

#### *Armatura trasversale*

La soletta superiore del solaio deve essere munita di adeguata armatura di ripartizione, pari ad almeno 3  $\Phi$  6 al metro o al 20% di quella longitudinale.

#### *Armatura longitudinale*

L'armatura longitudinale minima deve essere superiore a:

$A_S \text{ min} \geq 0,7 h \text{ mm}^2/\text{m}$  con h espresso in millimetri.

#### *Distacco delle parti in laterizio*

Particolare attenzione deve essere dedicata alla sicurezza al distacco di parti laterizie, specialmente in dipendenza di sforzi trasversali di carattere secondario, ovvero a seguito di aumenti di temperatura.

## **51.2 Esecuzione**

#### *Protezione delle armature*

Nei solai, la cui armatura è collocata entro scanalature, qualunque superficie metallica deve risultare contornata in ogni direzione da uno spessore minimo di 5 mm di malta cementizia.

Per armatura collocata entro nervatura, le dimensioni di questa devono essere tali da consentire il rispetto dei seguenti limiti:

- distanza netta tra armatura e blocco  $\geq 8$  mm;
- distanza netta tra armatura ed armatura  $\geq 10$  mm.

#### *Bagnatura degli elementi*

Prima di procedere ai getti i laterizi devono essere convenientemente bagnati.

#### *Caratteristiche degli impasti per elementi prefabbricati*

Devono impiegarsi malte cementizie con dosature di legante non minori a 4,5 kN/m<sup>3</sup> di cemento e calcestruzzi con  $R_{ck} \geq 25$  N/mm<sup>2</sup>.

#### *Blocchi*

Gli elementi con rilevanti difetti di origine o danneggiati durante la movimentazione dovranno essere eliminati.

### *Allineamenti e forzature*

Si dovrà curare il corretto allineamento dei blocchi evitando la forzatura dei blocchi interposti tra i travetti prefabbricati.

### *Calcestruzzi per i getti in opera*

Si dovrà studiare la composizione del getto in modo da evitare rischi di segregazione o la formazione di nidi di ghiaia e per ridurre l'entità delle deformazioni differite.

Il diametro massimo degli inerti impiegati non dovrà superare 1/5 dello spessore minimo delle nervature né la distanza netta minima tra le armature.

Il getto deve essere costipato in modo da garantire l'avvolgimento delle armature e l'aderenza sia con i blocchi sia con gli eventuali altri elementi prefabbricati.

### *Modalità di getto*

Per rendere efficace quanto indicato ai punti precedenti occorre con opportuni provvedimenti eliminare il rischio di arresto del getto al livello delle armature.

### *Solidarizzazione tra intonaci e superfici di intradosso*

Qualora si impieghino materiali d'intonaco cementizi aventi resistenza caratteristica a trazione superiore ad 1 N/mm<sup>2</sup> dovranno adottarsi spessori inferiori ad 10 mm o predisporre armature di sostegno e diffusione opportunamente ancorate nelle nervature.

## **51.3 Solai con travetti precompressi prefabbricati e blocchi in laterizio**

### *Elementi con armatura pre-tesa*

Per elementi con armatura pre-tesa è ammessa la deroga all'obbligo di disporre la staffatura.

### *Criteri di calcolo*

Per le strutture parzialmente gettate in opera può omettersi la staffatura di collegamento quando la tensione tangenziale media in esercizio per combinazioni rare tra l'elemento prefabbricato e il conglomerato cementizio gettato in opera risulti inferiore a 0,3 N/mm<sup>2</sup> per le superfici di contatto lisce e 0,45 N/mm<sup>2</sup> per superfici scabre.

### *Getti in opera*

I travetti privi di armature a taglio devono essere integrati sugli appoggi da getti in opera contenenti armatura inferiore convenientemente ancorata in grado di assorbire uno sforzo di trazione pari al taglio, salvo che per gli elementi di solai di copertura poggianti su travi e dotati di adeguata lunghezza di appoggio.

Tali collegamenti, se destinati ad assicurare continuità strutturale agli appoggi, dovranno essere verificati secondo le disposizioni relative al conglomerato cementizio armato normale, verificando altresì le condizioni di aderenza fra getti in opera e travetti, secondo i criteri indicati al punto precedente.

#### **51.4 Norme complementari relative ai solai misti e blocchi diversi dal laterizio**

Possono utilizzarsi per realizzare i solai misti di conglomerato cementizio armato e conglomerato cementizio armato precompresso anche blocchi diversi dal laterizio con sola funzione di alleggerimento.

I blocchi in conglomerato cementizio leggero di argilla espansa, conglomerato cementizio normale sagomato, materie plastiche, elementi organici mineralizzati ecc, devono essere dimensionalmente stabili e non fragili e capaci di seguire le deformazioni del solaio. Queste caratteristiche devono essere dimostrate attraverso una certificazione, eseguita a cura di uno dei laboratori di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, prima della messa in opera.

#### **51.5 Norme complementari relative ai solai realizzati con l'associazione di elementi in c.a. e c.a.p. prefabbricati con unioni e/o getti di completamento**

I componenti di questi tipi di solai devono rispettare le norme tecniche di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

Oltre a quanto indicato nei precedenti capitoli relativamente allo stato limite di deformazione, devono essere tenute presenti le seguenti norme complementari.

I componenti devono essere provvisti di opportuni dispositivi e magisteri che assicurino la congruenza delle deformazioni tra i componenti stessi accostati sia per i carichi ripartiti che per quelli concentrati. L'efficacia di tali dispositivi deve essere certificata mediante prove sperimentali.

Quando si voglia realizzare un comportamento bidimensionale a piastra è necessario che il solaio così composto abbia dei componenti strutturali ortogonali alla direzione dell'elemento resistente alle sollecitazioni di flessione, taglio e torsione.

Qualora il componente venga integrato da un getto di completamento all'estradosso, questo deve avere uno spessore non inferiore a 40 mm ed essere dotato di una armatura di ripartizione a maglia incrociata e si deve verificare la trasmissione delle azioni di taglio fra elementi prefabbricati e getto di completamento, tenuto conto degli stati di coazione che si creano per le diverse caratteristiche reologiche dei calcestruzzi, del componente e dei getti di completamento.

Particolare attenzione va posta all'assorbimento degli sforzi di taglio, nelle sezioni terminali d'appoggio, mediante armature longitudinali.

### **Art. 52 - Opere da carpentiere**

Tutti i legnami da impiegarsi in opera permanenti da carpentiere (grosse armature, impalcati, ecc.) dovranno essere lavorati con la massima cura e precisione ed in conformità alle prescrizioni date dalla Direzione Lavori. Le giunzioni dei legnami dovranno avere la forma e le dimensioni indicate ed essere nette e precise in modo da ottenere un perfetto combaciamento dei pezzi che dovranno essere uniti. Non sarà tollerato alcun taglio in falso, né zeppe o cunei, né alcun altro mezzo di guarnitura o ripieno.

Le diverse parti componenti un'opera in legname dovranno essere fra loro collegate solidamente mediante caviglie, chiodi, squadre, staffe, fasciature od altro, in conformità alle prescrizioni che saranno date; nelle facce di giunzione, qualora non diversamente disposto, verranno interposte delle lamine di piombo dello spessore di 1 mm. Dovendosi impiegare chiodi per il collegamento dei legnami, sarà vietato farne l'applicazione senza averne apparecchiato prima il conveniente foro col succhiello.

I legnami prima della loro posa in opera e prima della spalmatura di catrame o di carbolino, secondo quanto verrà disposto, e prima della coloritura, dovranno essere congiunti in prova nei cantieri, per essere esaminati ed accettati provvisoriamente.

Tutte le parti dei legnami destinate ad essere incassate nelle murature dovranno prima della posa in opera, essere convenientemente sottoposte a trattamenti di protezione; in opera saranno tenute, almeno lateralmente e posteriormente, isolate dalle murature in modo da permetterne l'aerazione. Nel collocamento in opera dovrà infine essere posta ogni cura ed attenzione affinché i legnami siano a conveniente distanza da camini ed altre possibili fonti di incendio o siano adeguatamente coibentanti e protetti con adatti materiali.

## **Art. 53 - Opere e manufatti in acciaio od altri metalli**

### **53.1 Accettazione dei materiali**

Tutti i materiali in acciaio od in metallo in genere, destinati all'esecuzione di opere e manufatti, dovranno rispondere alle norme del presente Disciplinare, alle prescrizioni di Elenco Prezzi Unitari od alle disposizioni che più in particolare potrà impartire la Direzione dei Lavori in corso d'opera.

L'Appaltatore sarà tenuto a dare tempestivo avviso dell'arrivo in cantiere dei materiali approvvigionati di modo che, prima che venga iniziata la lavorazione, la stessa Direzione dei Lavori possa disporre il prelievo dei campioni da sottoporre alle prescritte prove di qualità ed a "test" di resistenza.

### **53.2 Modalità di lavorazione**

Tutti i metalli dovranno essere lavorati con regolarità di forme e di dimensioni e nei limiti delle tolleranze consentite.

Il raddrizzamento e lo spianamento, quando necessari, dovranno essere fatti possibilmente con dispositivi agenti per pressione; riscaldamenti locali, se ammessi, non dovranno creare eccessive concentrazioni di tensioni residue.

I tagli potranno essere eseguiti con la cesoia od anche ad ossigeno, purchè regolari; i tagli irregolari, in special modo quelli in vista, dovranno essere rifiniti con la smerigliatrice. Le superfici di laminati diversi, di taglio o naturali, destinate a trasmettere per mutuo contrasto forze di compressione, dovranno essere piallate, fresate, molate o limate per renderle perfettamente combacianti.

I fori per chiodi e bulloni dovranno sempre essere eseguiti con trapano, tollerandosi l'impiego

del punzone per fori di preparazione, in diametro minore di quello definitivo (per non meno di 3 mm), da allargare poi e rifinire mediante il trapano e l'alesatore. Per tali operazioni sarà vietato comunque l'uso della fiamma.

I pezzi destinati ad essere chiodati o bullonati in opera dovranno essere marcati in modo da poter riprodurre, nel montaggio definitivo, le posizioni d'officina all'atto dell'alesatura dei fori.

### **53.3 Modalità esecutive delle unioni**

Le unioni dei vari elementi componenti le strutture od i manufatti dovranno essere realizzate conformemente alle prescrizioni di progetto ed in particolare:

a) Unioni chiodate: saranno eseguite fissando nella giusta posizione relativa, mediante bulloni di montaggio ed eventuale ausilio di morse, gli elementi da chiodare, previamente ripuliti. I chiodi dovranno essere riscaldati con fiamma riduttrice od elettricamente e liberati da ogni impurità (come scorie, tracce di carbone) prima di essere introdotti nei fori; a fine ribaditura dovranno ancora essere di color rosso scuro.

Le teste ottenute con la ribaditura dovranno risultare ben centrate sul fusto, ben nutrite alla loro base, prive di screpolature e ben combacianti con la superficie dei pezzi; dovranno poi essere liberate dalle bavature mediante scalpello curvo, senza intaccare i pezzi chiodati.

b) Unione con bulloni normali e ad attrito: saranno eseguite mediante bullonatura, previa perfetta pulizia delle superfici di combaciamento mediante sgrassaggio, fiammatura o sabbiatura a metallo bianco, secondo i casi. Nelle unioni si dovrà far uso di rosette. Nelle unioni con bulloni normali, in presenza di vibrazioni o di inversioni di sforzo, si dovranno impiegare controdadi oppure rosette elastiche; nelle unioni ad attrito le rosette dovranno avere uno smusso a 45° in un orlo interno ed identico smusso sul corrispondente orlo esterno, smussi che dovranno essere rivolti, in montaggio, verso la testa della vite o verso il dado.

c) Unioni saldate: potranno essere eseguite mediante procedimenti di saldatura manuale ad arco con elettrodi rivestiti o con procedimenti automatici ad arco sommerso o sotto gas protettivo o con altri procedimenti previamente approvati dalla Direzione Lavori.

In ogni caso i procedimenti dovranno essere tali da permettere di ottenere dei giunti di buon aspetto esteriore, praticamente esenti da difetti fisici nella zona fusa ed aventi almeno resistenza a trazione, su provette ricavate trasversalmente al giunto, non minore di quella del metallo base. La preparazione dei lembi da saldare sarà effettuata mediante macchina utensile, smerigliatrice od ossitaglio automatico, e dovrà risultare regolare e ben liscia; i lembi, al momento della saldatura, dovranno essere esenti da incrostazioni, ruggine, scaglie, grassi, vernici, irregolarità locali ed umidità.

### **53.4 Montaggio di prova**

Per strutture o manufatti particolarmente complessi ed in ogni caso se disposto dalla Direzione dei Lavori, dovrà essere eseguito il montaggio provvisorio in officina; tale montaggio po-

trà anche essere eseguito in più riprese, purché in tali montaggi siano controllati tutti i collegamenti. Del montaggio stesso si dovrà approfittare per eseguire le necessarie operazioni di marcatura. Nel caso di strutture complesse costruite in serie sarà sufficiente il montaggio di prova del solo campione, purché la foratura venga eseguita con maschere o con procedimenti equivalenti.

L'Appaltatore sarà tenuto a notificare, a tempo debito, l'inizio del montaggio provvisorio in officina di manufatti e strutture, o relative parti, affinché la Direzione possa farvi presenziare, se lo ritiene opportuno, i propri incaricati.

I pezzi presentati all'accettazione provvisoria dovranno essere esenti da verniciatura, fatta eccezione per le superfici di contatto dei pezzi uniti definitivamente tra di loro. Quelli rifiutati saranno marcati con un segno apposito, chiaramente riconoscibile, dopo di che saranno subito allontanati.

### **53.5 Pesatura dei manufatti**

Sarà eseguita in officina od in cantiere, secondo i casi e prima del collocamento in opera, verbalizzando i risultati in contraddittorio, fra la Direzione dei Lavori e l'Appaltatore.

### **53.6 Controllo del tipo e della quantità delle opere - Verifica delle strutture murarie**

L'Appaltatore è obbligato a controllare il fabbisogno dei vari manufatti, rilevando in posto il tipo, la quantità e le misure esatte degli stessi. Dovrà altresì verificare l'esatta corrispondenza plano-altimetrica e dimensionale tra strutture metalliche e strutture murarie, ciò in special modo quando i lavori in metallo fossero stati appaltati in forma scorporata.

Delle discordanze riscontrate in sede di controllo dovrà esserne dato tempestivo avviso in forma scritta alla Direzione dei Lavori per i necessari provvedimenti di competenza; in difetto, o qualora anche dall'insufficienza o dall'omissione di tali controlli dovessero nascere inconvenienti di qualunque genere, l'Appaltatore sarà tenuto ad eliminarli a propria cura e spese, restando peraltro obbligato al risarcimento di eventuali danni.

### **53.7 Collocamento e montaggio in opera - Oneri connessi**

L'Appaltatore dovrà far tracciare od eseguire direttamente, sotto la propria responsabilità, tutti gli incassi, i tagli, le incamerazioni, ecc. occorrenti per il collocamento in opera dei manufatti metallici; le incamerazioni ed i fori dovranno essere svasati in profondità e prima che venga eseguita la sigillatura, dovranno essere accuratamente ripuliti.

Nel collocamento in opera dei manufatti le zanche, le staffe e qualunque altra parte destinata ad essere incamerata nelle strutture murarie, dovranno essere murate a cemento se cadenti entro murature o simili, mentre saranno fissate con piombo fuso o con malte epossidiche se cadenti entro pietre, marmi o simili.

I manufatti per i quali siano previsti movimenti di scorrimento o di rotazione dovranno poter compiere tali movimenti, a collocazione avvenuta, senza impedimenti od imperfezioni di sorta.

Per le strutture metalliche, qualora in sede di progetto non fossero prescritti particolari proce-



dimenti di montaggio, l'Appaltatore sarà libero di scegliere quello più opportuno, previo benessere della Direzione dei Lavori. Dovrà porre però la massima cura affinché le operazioni di trasporto, sollevamento e premontaggio non impongano alle strutture condizioni di lavoro più onerose di quelle risultanti a montaggio ultimato e tali perciò da poter determinare deformazioni permanenti, demarcature, autotensioni, ecc. Occorrendo pertanto le strutture dovranno essere opportunamente e provvisoriamente irrigidite.

### **53.8 Verniciatura e zincatura**

Prima dell'inoltro in cantiere tutti i manufatti metallici, le strutture o parti di esse, se non diversamente disposto, dovranno ricevere una mano di vernice di fondo.

Di norma nelle strutture chiodate o bullonate, dovranno essere verniciate con una ripresa di pittura di fondo non soltanto le superfici esterne, ma anche tutte le superfici a contatto (ivi comprese le facce dei giunti da effettuare in opera) e le superfici interne dei cassoni; saranno esclusi i giunti ad attrito che dovranno essere accuratamente protetti non appena completato il serraggio definitivo, verniciando a saturazione i bordi dei pezzi a contatto, le rosette, le teste ed i dati dei bulloni, in modo da impedire qualsiasi infiltrazione all'interno del giunto.

A piè d'opera, e prima ancora di iniziare il montaggio, si dovranno ripristinare tutte le verniciature eventualmente danneggiate dalle operazioni di trasporto; infine, qualora la posizione di alcuni pezzi desse luogo, a montaggio ultimato, al determinarsi di fessure o spazi di difficile accesso per le operazioni di verniciatura e manutenzione, tali fessure o spazi dovranno essere, prima dell'applicazione delle mani di finitura, accuratamente chiusi con materiali sigillanti.

La zincatura, se prescritta, verrà effettuata sui materiali ferrosi già lavorati, mediante immersione in zinco fuso (zincatura a caldo).

### **53.9 Costruzioni in acciaio**

Per quanto riguarda la protezione contro il fuoco, in sede di progettazione e di esecuzione dovranno essere osservate le prescrizioni delle Circolari 14.09.1961 n. 91, 15.03.1963 n. 37 e 19.06.1964 n. 72, nonché le prescrizioni di cui alla "Normativa tecnica sulla sicurezza contro il fuoco dei fabbricati con struttura in acciaio" pubblicata dal C.N.R. sul B.U. (Norme Tecniche) n. 37 del 25.07.1973. Dovranno ancora essere osservate le disposizioni di cui agli artt. 38 e 39 del D.P.R. 27.04.1955 n. 547, riguardanti le protezioni dalle scariche atmosferiche, con il rispetto dei DD.MM. 12.09.1959 e 22.02.1965.

Dovranno infine essere rispettate, per quanto non in contrasto con le norme di cui al D.M. 16.05.1976, le prescrizioni della seguente norma di unificazione:

- CNR - UNI 10011-73 -Costruzioni in acciaio - Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione e la manutenzione.

### **Art. 54 Scale e strutture in ferro**

Le membrature portanti saranno realizzate in profilati a caldo in acciaio normale tipo 1 con

tensione minima di snervamento di 2400 Kg/cm<sup>2</sup>.

La struttura verticale sarà costituita da pilastri in profilati ad ali larghe e parallele tipo HEA. Le strutture orizzontali ed inclinate saranno eseguite in acciaio pressostampato di adeguata sezione e spessore; i profili pressopiegati saranno eseguiti interamente a freddo e saranno realizzati con acciaio S 235 (UNI EN 10025) con carico minimo di snervamento pari a  $f_{yk} = 235$  N/mm<sup>2</sup>. Le saldature saranno di II classe, eseguite con elettrodi di qualità 2 o con saldatura semiautomatica con gas protettore. Le bullonature saranno realizzate con bulloni di classe 8.8 (UNI EN 20898) serrati con una coppia tale da indurre una tensione nel gambo pari a 0.8 della tensione di snervamento.

L'incastro fra struttura metallica e plinto di fondazione sarà realizzato mediante il sistema della piastra a pilastro, contropiastra a fondazione, collegate con tirafondi in acciaio tipo S235. La parte superiore dei quali sarà filettata in modo da accogliere adeguati bulloni di bloccaggio, mentre la parte inferiore sarà annegata nella fondazione; la contropiastra sarà regolabile mediante sottobulloni. I dati generali di calcolo relativi alle condizioni di carico sono i seguenti:

- le strutture dovranno essere dimensionate per un sovraccarico accidentale di 500 Kg/mq;
- il parapetto dovrà essere calcolato per una spinta in testa di 120 Kg alla maggiore altezza.

Tutte le superfici saranno zincate a caldo secondo le prescrizioni delle seguenti norme:

UNI EN 12329 - Protezione dei materiali metallici contro la corrosione. Rivestimenti elettrolitici di zinco con trattamento supplementare su materiali ferrosi o acciaio;

UNI EN 12330 - Protezione dei materiali metallici contro la corrosione. Rivestimenti elettrolitici di cadmio su ferro o acciaio;

UNI EN 12487 - Protezione dei materiali metallici contro la corrosione. Rivestimenti di conversione cromati per immersione e senza immersione su alluminio e leghe di alluminio;

UNI EN 12540 - Protezione dei materiali metallici contro la corrosione. Rivestimenti elettrodepositati di nichel, nichel più cromo, rame più nichel e rame più nichel più cromo;

UNI EN 1403 - Protezione dalla corrosione dei metalli. Rivestimenti elettrolitici. Metodo per la definizione dei requisiti generali;

UNI EN ISO 12944-1 - Pitture e vernici - Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Introduzione generale;

UNI EN ISO 12944-2 - Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Classificazione degli ambienti;

UNI EN ISO 12944-3 - Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Considerazioni sulla progettazione;

UNI EN ISO 12944-4 - Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Tipi di superficie e loro preparazione;

UNI EN ISO 12944-6 - Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Prove di laboratorio per le prestazioni;

UNI EN ISO 12944-7 - Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Esecuzione e sorveglianza dei lavori di verniciatura.

I gradini ed i pianerottoli verranno eseguiti in acciaio pressostampato, saranno autopulenti, antitacco, antiscivolo ed antivertigine secondo le normative tedesche, in quanto non esiste una precisa normativa italiana.

## **Art. 55 Coperture piane continue**

Si intendono per coperture continue quelle in cui la tenuta all'acqua è assicurata indipendentemente dalla pendenza della superficie di copertura.

Esse si intendono convenzionalmente suddivise nelle seguenti categorie:

- copertura senza elemento termoisolante con strato di ventilazione oppure senza;
- copertura con elemento termoisolante, con strato di ventilazione oppure senza strato di ventilazione.

Quando non è diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi non sono sufficientemente dettagliati) si intende che ciascuna delle categorie sopracitate sarà composta dai seguenti strati funzionali (definite secondo la UNI 8178).

### **55.1 Copertura non termoisolata non ventilata**

La copertura non termoisolata non ventilata avrà quali strati di elementi fondamentali:

- l'elemento portante con funzioni strutturali;
- lo strato di pendenza con funzione di portare la pendenza della copertura al valore richiesto;
- l'elemento di tenuta all'acqua con funzione di realizzare la prefissata impermeabilità all'acqua meteorica e di resistere alle sollecitazioni dovute all'ambiente esterno;
- lo strato di protezione con funzione di limitare le alterazioni dovute ad azioni meccaniche, fisiche, chimiche e/o con funzione decorativa.

### **55.2 Copertura ventilata ma non termoisolata**

La copertura ventilata ma non termoisolata avrà quali strati ed elementi fondamentali:

- l'elemento portante;
- lo strato di ventilazione con funzione di contribuire al controllo del comportamento igrotermico delle coperture attraverso ricambi d'aria naturali o forzati;
- lo strato di pendenza (se necessario);
- l'elemento di tenuta all'acqua;
- lo strato di protezione.

La copertura termoisolata non ventilata avrà quali strati ed elementi fondamentali:

- l'elemento portante;
- lo strato di pendenza;
- lo strato di schermo o barriera al vapore con funzione di impedire (schermo), o di ridurre (barriera) il passaggio del vapore d'acqua e per controllare il fenomeno della condensa;
- elemento di tenuta all'acqua;

- elemento termoisolante con funzione di portare al valore richiesto la resistenza termica globale della copertura;
- strato filtrante;
- strato di protezione.

### **55.3 Copertura termoisolata e ventilata**

La copertura termoisolata e ventilata avrà quali strati ed elementi fondamentali:

- l'elemento portante con funzioni strutturali;
- l'elemento termoisolante;
- lo strato di irrigidimento o supporto con funzione di permettere allo strato sottostante di sopportare i carichi previsti;
- lo strato di ventilazione;
- l'elemento di tenuta all'acqua;
- lo strato filtrante con funzione di trattenere il materiale trasportato dalle acque meteoriche;
- lo strato di protezione.

La presenza di altri strati funzionali (complementari) eventualmente necessari perché dovuti alla soluzione costruttiva scelta, dovrà essere coerente con le indicazioni della UNI 8178 sia per quanto riguarda i materiali utilizzati sia per quanto riguarda la collocazione rispetto agli altri strati nel sistema di copertura.

#### 55.3.1 Realizzazione degli strati

Per la realizzazione degli strati si utilizzeranno i materiali indicati nel progetto esecutivo, ove non sia specificato in dettaglio nel progetto od a suo complemento si rispetteranno le prescrizioni seguenti:

- a) per l'elemento portante, a seconda della tecnologia costruttiva adottata, si farà riferimento alle prescrizioni già date nel presente disciplinare sui calcestruzzi, strutture metalliche, sulle strutture miste acciaio calcestruzzo, sulle strutture o prodotti di legno, ecc.
- b) per l'elemento termoisolante si farà riferimento all'articolo sui materiali per isolamento termico ed inoltre si curerà che nella posa in opera siano realizzate correttamente le giunzioni, siano curati i punti particolari, siano assicurati adeguati punti di fissaggio e/o garantita una mobilità termoigrometrica rispetto allo strato contiguo.
- c) per lo strato di irrigidimento (o supporto), a seconda della soluzione costruttiva impiegata e del materiale, si verificherà la sua capacità di ripartire i carichi, la sua resistenza alle sollecitazioni meccaniche che deve trasmettere e la durabilità nel tempo.
- d) lo strato di ventilazione sarà costituito da una intercapedine d'aria avente aperture di collegamento con l'ambiente esterno, munite di griglie, aeratori, ecc. capaci di garantire adeguato ricambio di aria, ma limitare il passaggio di piccoli animali e/o grossi insetti.
- e) lo strato di tenuta all'acqua sarà realizzato a seconda della soluzione costruttiva prescelta con membrane in fogli o prodotti fluidi da stendere in sito fino a realizzare uno strato continuo:

- le caratteristiche delle membrane sono quelle indicate all'articolo prodotti per coperture. In fase di posa si dovrà curare: la corretta realizzazione dei giunti utilizzando eventualmente i materiali ausiliari (adesivi, ecc.), le modalità di realizzazione previste dal progetto e/o consigliate dal produttore nella sua documentazione tecnica ivi incluse le prescrizioni sulle condizioni ambientali (umidità, temperature, ecc.) e di sicurezza. Attenzione particolare sarà data all'esecuzione dei bordi, punti particolari, risvolti, ecc. ove possono verificarsi infiltrazioni sotto lo strato.

- le caratteristiche dei prodotti fluidi e/o in pasta sono quelle indicate nell'articolo prodotti per coperture. In fase di posa si dovrà porre cura nel seguire le indicazioni del progetto e/o del fabbricante allo scopo di ottenere strati uniformi e dello spessore previsto che garantiscano continuità anche nei punti particolari quali risvolti, asperità, elementi verticali (camini, aeratori, ecc.).

Sarà curato inoltre che le condizioni ambientali (temperatura, umidità, ecc.) od altre situazioni (presenza di polvere, tempi di maturazione, ecc.) siano rispettate per favorire una esatta rispondenza del risultato finale alle ipotesi di progetto.

f) lo strato filtrante, quando previsto, sarà realizzato a seconda della soluzione costruttiva prescelta con fogli di nontessuto sintetico od altro prodotto adatto accettato dalla Direzione dei Lavori. Sarà curata la sua corretta collocazione nel sistema di copertura e la sua congruenza rispetto all'ipotesi di funzionamento con particolare attenzione rispetto a possibili punti difficili.

g) lo strato di protezione, sarà realizzato secondo la soluzione costruttiva indicata dal progetto. I materiali (verniciature, granigliature, lamine, ghiaietto, ecc.) risponderanno alle prescrizioni previste nell'articolo loro applicabile. Nel caso di protezione costituita da pavimentazione quest'ultima sarà eseguita secondo le indicazioni del progetto e/o secondo le prescrizioni previste per le pavimentazioni curando che non si formino incompatibilità meccaniche, chimiche, ecc. tra la copertura e la pavimentazione sovrastante.

h) lo strato di pendenza è solitamente integrato in altri strati, pertanto si rinviano i materiali allo strato funzionale che lo ingloba. Per quanto riguarda la realizzazione si curerà che il piano (od i piani) inclinato che lo concretizza abbia corretto orientamento verso eventuali punti di confluenza e che nel piano non si formino avvallamenti più o meno estesi che ostacolino il deflusso dell'acqua. Si cureranno inoltre le zone raccordate all'incontro con camini, aeratori, ecc.

i) lo strato di barriera o schermo al vapore sarà realizzato con membrane di adeguate caratteristiche (vedere articolo prodotti per coperture continue).

Nella fase di posa sarà curata la continuità dello strato fino alle zone di sfogo (bordi, aeratori, ecc.), inoltre saranno seguiti gli accorgimenti già descritti per lo strato di tenuta all'acqua.

l) per gli altri strati complementari riportati nella norma UNI 8178 si dovranno adottare soluzioni costruttive che impieghino uno dei materiali ammessi dalla norma stessa. Il materiale prescelto dovrà rispondere alle prescrizioni previste nell'articolo di questo disciplinare ad esso applicabile.

Per la realizzazione in opera si seguiranno le indicazioni progettuali e/o le indicazioni fornite dal produttore, ed accettate dalla Direzione dei Lavori, ivi comprese quelle relative alle condizioni ambientali e/o le precauzioni da seguire nelle fasi di cantiere.

#### 55.3.2 Controlli e aggiornamento del piano di manutenzione dell'opera

Il Direttore dei Lavori per la realizzazione delle coperture piane opererà come segue:

a) nel corso dell'esecuzione dei lavori verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte ed inoltre, almeno per gli strati più significativi, verificherà che il risultato finale sia coerente con le prescrizioni di progetto e comunque con la funzione attribuita all'elemento o strato considerato.

In particolare verificherà: il collegamento tra gli strati; la realizzazione dei giunti/sovrapposizioni (per gli strati realizzati con pannelli, fogli ed in genere con prodotti preformati); l'esecuzione accurata dei bordi e dei punti particolari. Ove sono richieste lavorazioni in sito verificherà con semplici metodi da cantiere:

- le resistenze meccaniche (portate, punzonamenti, resistenze a flessione);
- adesioni o connessioni fra strati (o quando richiesta l'esistenza di completa separazione);
- la tenuta all'acqua, all'umidità ecc.

b) a conclusione dell'opera eseguirà prove di controllo (anche solo localizzate di funzionamento formando battenti di acqua, condizioni di carico, di punzonamento, ecc. che siano significativi delle ipotesi previste dal progetto esecutivo.

Avrà cura di aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi più significativi unitamente alla descrizione e/o alle schede tecniche dei prodotti impiegati (specialmente quelli non visibili ad opera ultimata) e le prescrizioni attinenti la successiva manutenzione ai fini dell'aggiornamento e integrazione del piano di manutenzione dell'opera.

### **Art. 56 Coperture a falda**

Si intendono per coperture discontinue (a falda) quelle in cui l'elemento di tenuta all'acqua assicura la sua funzione solo per valori della pendenza maggiori di un minimo, che dipende prevalentemente dal materiale e dalla conformazione dei prodotti.

Esse si intendono convenzionalmente suddivise nelle seguenti categorie:

- coperture senza elemento termoisolante, con strato di ventilazione oppure senza;
- coperture con elemento termoisolante, con strato di ventilazione oppure senza.

#### **56.1 Strati funzionali**

Quando non è diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi non sono sufficientemente dettagliati), si intende che ciascuna delle categorie sopracitate sarà composta dai seguenti strati funzionali (definite secondo la norma UNI 8178).

a) la copertura non termoisolata e non ventilata avrà quali strati ed elementi fondamentali:

- l'elemento portante: con funzione di sopportare i carichi permanenti ed i sovraccarichi della copertura;

- strato di pendenza: con funzione di portare la pendenza al valore richiesto (questa funzione è sempre integrata in altri strati);
- elemento di supporto: con funzione di sostenere gli strati ad esso appoggiati (e di trasmettere la forza all'elemento portante);
- elemento di tenuta: con funzione di conferire alle coperture una prefissata impermeabilità all'acqua meteorica e di resistere alle azioni meccaniche fisiche e chimiche indotte dall'ambiente esterno e dall'uso.

b) la copertura non termoisolata e ventilata avrà quali strati ed elementi funzionali:

- lo strato di ventilazione: con funzione di contribuire al controllo delle caratteristiche igrotermiche attraverso ricambi d'aria naturali o forzati;
- strato di pendenza (sempre integrato);
- l'elemento portante;
- l'elemento di supporto;
- l'elemento di tenuta.

c) la copertura termoisolata e non ventilata avrà quali strati ed elementi fondamentali:

- l'elemento termoisolante: con funzione di portare al valore richiesto la resistenza termica globale della copertura;
- lo strato di pendenza (sempre integrato);
- l'elemento portante;
- lo strato di schermo al vapore o barriera al vapore: con funzione di impedire (schermo) o di ridurre (barriera) il passaggio del vapore d'acqua e per controllare il fenomeno della condensa;
- l'elemento di supporto;
- l'elemento di tenuta.

d) la copertura termoisolata e ventilata avrà quali strati ed elementi fondamentali:

- l'elemento termoisolante;
- lo strato di ventilazione;
- lo strato di pendenza (sempre integrato);
- l'elemento portante;
- l'elemento di supporto;
- l'elemento di tenuta.

e) la presenza di altri strati funzionali (complementari) eventualmente necessari perché dovuti alla soluzione costruttiva scelta dovrà essere coerente con le indicazioni della UNI 8178 sia per quanto riguarda i materiali utilizzati sia per quanto riguarda la collocazione nel sistema di copertura.

#### 56.1.1 Realizzazione degli strati

Per la realizzazione degli strati si utilizzeranno i materiali indicati nel progetto esecutivo, ove non sia specificato in dettaglio nel progetto od a suo complemento si rispetteranno le prescrizioni seguenti:

- per l'elemento portante vale quanto riportato per l'esecuzione delle coperture continue;

- per l'elemento termoisolante vale quanto indicato nell'articolo sulle membrane destinate a formare strati di protezione;
- per l'elemento di supporto a seconda della tecnologia costruttiva adottata si farà riferimento alle prescrizioni già date nel presente disciplinare su prodotti di legno, malte di cemento, profilati metallici, getti di calcestruzzo, elementi preformati di base di materie plastiche. Si verificherà durante l'esecuzione la sua rispondenza alle prescrizioni del progetto, l'adeguatezza nel trasmettere i carichi all'elemento portante nel sostenere lo strato sovrastante;
- l'elemento di tenuta all'acqua sarà realizzato con i prodotti previsti dal progetto e che rispettino anche le prescrizioni previste nell'articolo sui prodotti per coperture discontinue. In fase di posa si dovrà curare la corretta realizzazione dei giunti e/o le sovrapposizioni, utilizzando gli accessori (ganci, viti, ecc.) e le modalità esecutive previste dal progetto e/o consigliate dal produttore nella sua documentazione tecnica, ed accettate dalla Direzione dei Lavori, ivi incluse le prescrizioni sulle condizioni ambientali (umidità, temperatura, ecc.) e di sicurezza. Particolare attenzione dovrà essere prestata nella realizzazione dei bordi, dei punti particolari e comunque ove è previsto l'uso di pezzi speciali ed il coordinamento con opere di completamento e finitura (scossaline, gronde, colmi, camini, ecc.);
- per lo strato di ventilazione vale quanto indicato per l'esecuzione delle coperture continue. Inoltre nel caso di coperture con tegole posate su elemento di supporto discontinuo, la ventilazione può essere costituita dalla somma delle microventilazioni sottotegola.
- lo strato di schermo al vapore o barriera al vapore dovrà soddisfare a quanto prescritto per l'esecuzione delle coperture continue;
- per gli altri strati complementari il materiale prescelto dovrà rispondere alle prescrizioni previste nell'articolo di questo disciplinare ad esso applicabile. Per la realizzazione in opera si seguiranno le indicazioni del progetto e/o le indicazioni fornite dal produttore, ed accettate dalla Direzione dei Lavori, ivi comprese quelle relative alle condizioni ambientali e/o precauzioni da seguire nelle fasi di cantiere.

## **56.2 Controlli e aggiornamento del piano di manutenzione dell'opera**

Nel corso dell'esecuzione dei lavori con riferimento ai tempi e alle procedure, il Direttore dei Lavori verificherà man mano che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte ed inoltre almeno per gli strati più significativi verificherà che il risultato finale sia coerente con le prescrizioni di progetto esecutivo e comunque con la funzione attribuita all'elemento o strato considerato.

In particolare dovranno essere verificati i collegamenti tra gli strati, la realizzazione dei giunti/sovrapposizioni dei singoli prodotti costituenti uno strato, l'esecuzione accurata dei bordi e dei punti particolari ove sono richieste lavorazioni in sito. Per quanto applicabili verificherà con semplici metodi da cantiere le resistenze meccaniche (portate, punzonamenti, resistenza a flessione, ecc.), la impermeabilità dello strato di tenuta all'acqua, la continuità (o discontinuità) degli strati, ecc.



A conclusione dell'opera dovranno essere eseguite prove (anche solo localizzate) per verificare la tenuta all'acqua, le condizioni di carico (frecce), la resistenza ad azioni localizzate e quanto altro può essere verificato direttamente in sito.

Il Direttore dei Lavori dovrà aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi unitamente alla descrizione e/o schede tecniche dei prodotti impiegati (specialmente quelli non visibili ad opera ultimata) e le prescrizioni attinenti per l'integrazione del piano di manutenzione dell'opera.

## **Art. 57 Impermeabilizzazioni**

Si intendono per opere di impermeabilizzazione quelle che servono a limitare (o ridurre entro valori prefissati) il passaggio di acqua (sotto forma liquida o vapore) attraverso una parte dell'edificio (pareti, fondazioni, pavimenti controterra ecc.) o comunque lo scambio igrometrico tra ambienti.

Le opere di impermeabilizzazione si dividono in:

- impermeabilizzazioni costituite da strati continui (o discontinui) di prodotti;
- impermeabilizzazioni realizzate mediante la formazione di intercapedini ventilate.

Le impermeabilizzazioni, si intendono suddivise nelle seguenti categorie:

- impermeabilizzazioni di coperture continue o discontinue;
- impermeabilizzazioni di pavimentazioni;
- impermeabilizzazioni di opere interrato;
- impermeabilizzazioni di elementi verticali (non risalita d'acqua).

Per la realizzazione delle diverse categorie si utilizzeranno i materiali e le modalità indicate negli altri documenti progettuali, ove non siano specificate in dettaglio nel progetto od a suo completamento si rispetteranno le prescrizioni seguenti:

- per le impermeabilizzazioni di coperture, vedere relativo articolo.
- per le impermeabilizzazioni di pavimentazioni, vedere relativo articolo.

### **57.1 Impermeabilizzazione di opere interrato**

Per l'impermeabilizzazione di opere interrato valgono le prescrizioni seguenti:

- per le soluzioni che adottino membrane in foglio o rotolo si sceglieranno i prodotti che per resistenza meccanica a trazione, agli urti ed alla lacerazione meglio si prestano a sopportare l'azione del materiale di reinterro (che comunque dovrà essere ricollocato con le dovute cautele) le resistenze predette potranno essere raggiunte mediante strati complementari e/o di protezione ed essere completate da soluzioni adeguate per ridurre entro limiti accettabili, le azioni di insetti, muffe, radici e sostanze chimiche presenti del terreno; inoltre durante la realizzazione si curerà che i risvolti, punti di passaggio di tubazioni, ecc. siano accuratamente eseguiti onde evitare sollecitazioni localizzate o provocare distacchi e punti di infiltrazione.
- per le soluzioni che adottano prodotti rigidi in lastre, fogli sagomati e similari (con la formazione di interspazi per la circolazione di aria) si opererà come indicato nella lettera a) circa la resistenza meccanica. Per le soluzioni ai bordi e nei punti di attraversamento di tubi, ecc. si

eseguirà con cura la soluzione adottata in modo da non costituire punti di infiltrazione e di debole resistenza meccanica;

- per le soluzioni che adottano intercapedini di aria si curerà la realizzazione della parete più esterna (a contatto con il terreno) in modo da avere continuità ed adeguata resistenza meccanica. Al fondo dell'intercapedine si formeranno opportuni drenaggi dell'acqua che limitino il fenomeno di risalita capillare nella parete protetta;

- per le soluzioni che adottano prodotti applicati fluidi od in pasta si sceglieranno prodotti che possiedano caratteristiche di impermeabilità ed anche di resistenza meccanica (urti, abrasioni, lacerazioni). Le resistenze predette potranno essere raggiunte mediante strati complementari e/o di protezione ed essere completate da soluzioni adeguate per ottenere valori accettabili di resistenza ad agenti biologici quali radici, insetti, muffe, ecc. nonché di resistenza alle possibili sostanze chimiche presenti nel terreno. Durante l'esecuzione si curerà la corretta esecuzione di risvolti e dei bordi, nonché dei punti particolari quali passaggi di tubazioni, ecc. in modo da evitare possibili zone di infiltrazione e/o distacco. La preparazione del fondo, l'eventuale preparazione del prodotto (miscelazioni, ecc.) le modalità di applicazione ivi comprese le condizioni ambientali (temperatura ed umidità) e quelle di sicurezza saranno quelle indicate dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla Direzione dei Lavori.

### **57.2 Impermeabilizzazioni di elementi verticali**

Per le impermeabilizzazioni di elementi verticali (con risalita d'acqua) si eseguiranno strati impermeabili (o drenanti) che impediscano o riducano al minimo il passaggio di acqua per capillarità, ecc.

Gli strati dovranno essere realizzati con fogli, prodotti spalmati, malte speciali, ecc. curandone la continuità e la collocazione corretta nell'elemento. L'utilizzo di estrattori di umidità per murature, malte speciali ed altri prodotti similari, sarà ammesso solo con prodotti di provata efficacia ed osservando scrupolosamente le indicazioni del progetto e del produttore per la loro realizzazione.

### **57.3 Controlli e aggiornamento del piano di manutenzione dell'opera**

Il Direttore dei Lavori per la realizzazione delle opere di impermeabilizzazione opererà come segue:

- nel corso dell'esecuzione dei lavori, con riferimento ai tempi e alle procedure, verificherà in corso d'opera che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quella prescritta ed inoltre almeno per gli strati più significativi verificherà che il risultato finale sia coerente con le prescrizioni di progetto e comunque con la funzione attribuita all'elemento o strato considerato. In particolare verificherà i collegamenti tra gli strati, la realizzazione di giunti/sovrapposizioni dei singoli prodotti costituenti uno strato, l'esecuzione accurata dei bordi e dei punti particolari ove sono richieste lavorazioni in sito. Per quanto applicabili verificherà con semplici metodi da cantiere le resistenze meccaniche (punzonamenti, resistenza a flessione, ecc.) la impermeabilità dello strato di tenuta all'acqua, la continuità (o discontinuità) degli strati, ecc.

- a conclusione dell'opera eseguire prove (anche solo localizzate) per verificare le resistenze ad azioni meccaniche localizzate, l'interconnessione e compatibilità con altre parti dell'edificio e con eventuali opere di completamento.

Il Direttore dei Lavori raccoglierà inoltre in un fascicolo i documenti progettuali più significativi, eventuali schede di prodotti, nonché le istruzioni per la manutenzione ai fini dell'integrazione o aggiornamento del piano di manutenzione dell'opera.

## **Art. 58 Opere e strutture di muratura**

### **58.1 Criteri generali per l'esecuzione**

I mattoni, prima del loro impiego, dovranno essere bagnati fino a saturazione per immersione prolungata in appositi bagnaroli e mai per aspersione. Essi dovranno mettersi in opera con i giunti alternati ed in corsi ben regolari e normali alla superficie esterna; saranno posati sopra un abbondante strato di malta e premuti sopra di esso in modo che la malta rifluisca all'ingiro e riempi tutte le connessure. I giunti non verranno rabboccati durante la costruzione per dare maggiore presa all'intonaco od alla stuccatura col ferro. Le murature di rivestimento saranno fatte a corsi bene allineati e dovranno essere opportunamente collegate con la parte interna.

I lavori di muratura, qualunque sia il sistema costruttivo adottato, debbono essere sospesi nei periodi di gelo, durante i quali la temperatura si mantenga, per molte ore, al disotto di zero gradi centigradi. Sulle aperture di vani di porte e finestre devono essere collocati degli architravi (cemento armato, acciaio). La costruzione delle murature dovrà iniziarsi e proseguire uniformemente, assicurando il perfetto collegamento fra le varie parti di esse, evitando nel corso dei lavori la formazione di strutture eccessivamente emergenti dal resto della costruzione. La muratura procederà per filari rettilinei, con piani di posa normali alle superficie viste o come altrimenti venisse prescritto. All'innesto con muri da costruirsi in tempo successivo dovranno essere lasciate opportune ammorsature in relazione al materiale impiegato. Sui muri delle costruzioni, nel punto di passaggio fra le fondazioni entro terra e la parte fuori terra, la guaina di impermeabilizzazione sarà rialzata e bloccata superiormente di almeno 20 cm.

I muri controterra delimitanti vani interni al fabbricato (inclusi i sottopassi) saranno interamente rivestiti con manto impermeabile costituito da due guaine e da una membrana di polietilene estruso ad alta densità come meglio nel seguito specificato.

### **58.2 Murature di mattoni e di blocchi cavi di cls a faccia vista**

Le murature di mattoni e di blocchi cavi di cls a faccia vista dovranno essere messe in opera con le connessure alternate in corsi ben regolari e normali alla superficie esterna; saranno posati sopra un abbondante strato di malta, stesa con apposita cazzuola sui giunti verticali e orizzontali, premuti sopra di esso in modo che la malta rifluisca all'ingiro e riempi tutte le connessure.

Il letto di posa del primo ricorso così come quello dell'ultimo in sommità della parete, dovrà essere eseguito con "malta bastarda". Almeno ogni quattro ricorsi dovrà essere controllata la

planarità per eliminare eventuali asperità.

La larghezza delle connessure non dovrà essere maggiore di mm 8 né minore di mm 5 (con variazioni in relazione alle malte impiegate).

I giunti non verranno rabboccati durante la costruzione per dare maggior presa all'intonaco od alla stuccatura con il ferro rotondo.

Le malte da impiegarsi per l'esecuzione di questa muratura dovranno essere passate al setaccio per evitare che i giunti fra i mattoni riescano maggiori del limite di tolleranza fissato.

Le murature di rivestimento saranno realizzate a corsi ben allineati e dovranno essere opportunamente ammorsate con la parete interna.

Nella realizzazione della muratura di laterizi "a faccia vista" si dovrà avere cura di scegliere, per le facce esterne, i mattoni di miglior cottura, meglio formati e di colore più uniforme possibile, disponendoli con perfetta regolarità e ricorrenza nelle connessure orizzontali, alternando con precisione i giunti verticali.

In questo genere di paramento saranno utilizzate malte a base di inerti silicei a granulometria controllata, leganti idraulici e additivi nobilitanti ed aventi specifiche caratteristiche quali uniformità di colore, lavorabilità, minimo ritiro, idrorepellenza, assenza di efflorescenze, granulometria compresa fra 0 e 3 mm. Le connessure non dovranno avere spessore maggiore di mm 5 e, previa loro raschiatura e pulitura, dovranno essere profilate con malta idraulica o di cemento, diligentemente compresse con apposito ferro, senza sbavature.

Le pareti di una o due teste e quelle in foglio verranno eseguite con mattoni scelti, esclusi i rottami, i laterizi incompleti e quelli che presentino spigoli rotti.

Tutte le pareti suddette saranno eseguite con le migliori regole d'arte, a corsi orizzontali e a perfetto filo, per evitare la necessità di impiego di malta per l'intonaco in forti spessori.

Nelle pareti in foglio saranno introdotte, in fase di costruzione, intelaiature in legno o lamiera zincata attorno ai vani delle porte con lo scopo di fissare i serramenti al telaio stesso anziché alla parete e per il loro consolidamento quando esse non arrivino fino ad un'altra parete o al soffitto. Quando una parete deve eseguirsi fin sotto al soffitto, la chiusura dell'ultimo corso sarà ben serrata, se occorre, dopo congruo tempo, con scaglie e cemento.

### **58.3 Murature con rivestimento lapideo**

Le murature con rivestimento lapideo saranno realizzate mediante getti di calcestruzzo con immorsati, faccia vista, elementi lapidei giustapposti.

Gli elementi lapidei saranno posati entro cassero con faccia appoggiata al cassero esterno in modo tale da risultare, all'atto del getto di calcestruzzo, completamente solidali con la muratura.

A getto eseguito si provvederà all'accurata pulizia del paramento lapideo mediante abbondanti lavaggi con acqua a pressione e alla spazzolatura finale degli interstizi.

Eventuali discontinuità degli interstizi saranno saturate e sigillate con l'applicazione di malta cementizia forte e priva di ritiro.

#### **58.4      Facce a vista delle murature di pietrame**

Per le facce a vista delle murature di pietrame, secondo gli ordini della Direzione dei Lavori, potrà essere prescritta l'esecuzione delle seguenti speciali lavorazioni:

- con pietra rasa e teste scoperte (ad opera incerta);
- a mosaico grezzo;
- con pietra squadrata a corsi pressoché regolari;
- con pietra squadrata a corsi regolari.

Nel paramento con «pietra rasa e teste scoperte» (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 rientranze o sporgenze maggiori di 25 mm.

Nel paramento a «mosaico grezzo» 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 squadrati, sia col 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 rientranze o sporgenze non maggiori di 15 mm.

Nel paramento a «corsi regolari» i conci dovranno essere perfettamente piani e squadrati, con la faccia vista rettangolare, lavorati a grana ordinaria, essi dovranno avere la stessa altezza per tutta la lunghezza del medesimo corso, e qualora i vari corsi non avessero eguale altezza, questa dovrà essere disposta in ordine decrescente dai corsi inferiori ai corsi superiori, con differenza però fra due corsi successivi non maggiore di 5 cm. La Direzione dei 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 di paramento a corsi regolari dovranno essere in perfetta corrispondenza con quelli della pietra da taglio.

Per tutti i tipi di paramento le pietre dovranno mettersi in opera alternativamente di punta in modo da assicurare il collegamento col nucleo interno della muratura.

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

#### **58.5      Spessore minimo dei muri**

A norma del D.M. 14 gennaio 2008, lo spessore minimo dei muri, per realizzazione in zona

sismica non può essere inferiore ai valori di cui alla tabella seguente.

*Spessore dei muri (D.M. 14 gennaio 2008)*

| <b>Tipo di muratura</b>                                  | <b>Spessore minimo<br/>cm</b> |
|--|-------------------------------|
| a) muratura in elementi resistenti artificiali pieni     | 12                            |
| b) muratura in elementi resistenti artificiali semipieni | 20                            |
| c) muratura in elementi resistenti artificiali forati    | 25                            |
| d) muratura di pietra squadrata                          | 24                            |
| e) muratura listata                                      | 40                            |

### **58.6 Cordoli di piano**

Per garantire un comportamento scatolare, muri ed orizzontamenti devono essere opportunamente collegati fra loro. Tutti i muri devono essere collegati al livello dei solai mediante cordoli di calcestruzzo armato e, tra di loro, mediante ammorsamenti lungo le intersezioni verticali.

Devono inoltre essere previsti opportuni incatenamenti al livello dei solai, aventi lo scopo di collegare i muri paralleli della scatola muraria. Tali incatenamenti devono essere realizzati per mezzo di armature metalliche, le cui estremità efficacemente ancorate ai cordoli.

Nella direzione di tessitura del solaio possono essere omessi gli incatenamenti quando il collegamento è assicurato dal solaio stesso. Si possono adottare opportuni accorgimenti per il collegamento in direzione normale alla tessitura dei solai che sostituiscano efficacemente gli incatenamenti costituiti da tiranti estranei ai solai stessi.

### **58.7 Cordoli di collegamento fra la fondazione e la struttura in elevazione**

Il collegamento fra la fondazione e la struttura in elevazione è di norma realizzato mediante cordolo in calcestruzzo armato disposto alla base di tutte le murature verticali resistenti, di spessore pari almeno a quello della muratura della prima elevazione e di altezza non inferiore alla metà di detto spessore. È possibile realizzare la prima elevazione con pareti di calcestruzzo armato; in tal caso la disposizione delle fondazioni e delle murature sovrastanti deve essere tale da garantire un adeguato centraggio dei carichi trasmessi alle pareti della prima elevazione ed alla fondazione.

### **58.8 Muratura armata**

Si intende per muratura armata quella costituita da elementi artificiali semipieni con fori verticali coassiali tali da consentire l'inserimento di armature verticali. Armature orizzontali possono essere disposte nei ricorsi di malta fra gli elementi di muratura. La malta od il conglomerato di riempimento dei vani od alloggi delle armature deve avere  $R_{ck} \geq 15 \text{ N/mm}^2$  e deve avvolgere completamente l'armatura. Lo spessore di ricoprimento deve essere tale da garantire la trasmissione degli sforzi tra la muratura e l'armatura e costituire un idoneo copriferro ai fini della durabilità degli acciai. Quanto sopra è essenziale ai fini della collaborazione laterizio-armatura.

*Dettagli costruttivi:* Le barre di armatura devono essere esclusivamente del tipo ad aderenza

migliorata. La disposizione dell'armatura deve essere studiata in modo da assicurarne la massima protezione nei confronti degli agenti corrosivi esterni; in ogni caso le distanze tra la superficie esterna di ciascuna barra e le superfici esterne del muro che la contiene devono essere non inferiori a 5 cm. La conformazione degli elementi resistenti e la disposizione delle barre devono essere tali da permettere la realizzazione dello sfalsamento dei giunti verticali tra i blocchi, sia nel piano del muro che nel suo spessore.

*Armature in corrispondenza delle aperture:* Lungo i bordi orizzontali delle aperture si deve disporre armatura la cui sezione trasversale complessiva deve essere quella richiesta dalle verifiche di sicurezza, e comunque non inferiore a #DATI-MANCANTI# {indicare la misura minima della sezione trasversale} cm<sup>2</sup> per ciascun bordo. Tale armatura deve essere prolungata ai lati dell'apertura per almeno 60 diametri.

*Armature verticali:* L'armatura verticale deve essere disposta in corrispondenza degli innesti, degli incroci e dei bordi liberi dei pannelli murari; la sezione trasversale complessiva deve essere quella richiesta dall'analisi delle sollecitazioni. Altra armatura verticale, di sezione uguale a quella disposta alle estremità, si deve disporre nel corpo delle pareti, in modo da non eccedere l'interasse di 5 m. Tutte le armature verticali devono essere estese all'intera altezza del pannello murario; nel caso in cui si abbia continuità verticale tra più pannelli, le corrispondenti armature devono essere collegate tra loro con le modalità nel seguito precisate. Le armature che non proseguono oltre il cordolo devono essere a questo ancorate.

Le armature verticali devono essere alloggiare in vani di forma tale che in ciascuno di essi risultino inscrivibile un cilindro di almeno 6 cm di diametro. Di detti vani deve essere assicurato l'efficace e completo riempimento con malta o conglomerato cementizio.

Le sovrapposizioni devono garantire la continuità nella trasmissione degli sforzi di trazione, in modo che al crescere del carico lo snervamento dell'acciaio abbia luogo prima che venga meno il contenimento esercitato dagli elementi. In mancanza di dati sperimentali relativi agli elementi impiegati, o per fori in cui il diametro del cilindro inscrivibile sia superiore a 10 cm, le barre devono essere connesse per mezzo di idonei dispositivi meccanici, ovvero circondate da idonea staffatura per tutta la lunghezza della sovrapposizione, che deve essere assunta almeno pari a 60 diametri.

*Armature orizzontali:* In corrispondenza dei solai vanno disposti cordoli in calcestruzzo armato. Nei cordoli deve essere alloggiata l'armatura concentrata alle estremità orizzontali dei pannelli.

Altra armatura orizzontale, che costituisce incatenamento, di sezione non inferiore a 4 cm<sup>2</sup>, deve essere disposta nel corpo delle pareti, in modo da non eccedere l'interasse di m 4.

Tale armatura deve essere alloggiata all'interno di vani di dimensioni tali da permetterne il completo ricoprimento con la stessa malta usata per la muratura.

La lunghezza di sovrapposizione va assunta almeno pari a 60 diametri. Alle estremità dei muri le barre devono essere ripiegate nel muro ortogonale per una lunghezza pari ad almeno 30 diametri.

Ulteriori armature orizzontali di diametro non inferiore a 5 mm devono essere disposte nel

corpo della muratura a interassi non superiori a 60 cm, collegate mediante ripiegatura alle barre verticali presenti alle estremità del pannello murario.

*Armatura diffusa:* L'armatura diffusa deve essere costituita da barre orizzontali e verticali, di sezione non inferiore a 0,2 cm<sup>2</sup> ciascuna, disposte nelle pareti murarie ad interassi non superiori al doppio dello spessore di ciascuna parete, e collegate mediante ripiegatura alle barre rispettivamente verticali e orizzontali presenti alle estremità del pannello murario. La sezione complessiva delle barre verticali non deve risultare inferiore allo 0,4 per mille del prodotto dello spessore della parete per la sua lunghezza; la sezione complessiva delle barre orizzontali non deve risultare inferiore allo 0,4 per mille del prodotto dello spessore della parete per la sua altezza.

### **Art. 59 Pareti esterne e partizioni interne**

Si intende per parete esterna il sistema edilizio avente la funzione di separare e conformare gli spazi interni al sistema rispetto all'esterno. Si intende per partizione interna un sistema edilizio avente funzione di dividere e conformare gli spazi interni del sistema edilizio.

Nella esecuzione delle pareti esterne si terrà conto della loro tipologia (trasparente, portante, portata, monolitica, ad intercapedine, termoisolata, ventilata) e della loro collocazione (a cortina, a semicortina od inserita). Nella esecuzione delle partizioni interne si terrà conto della loro classificazione in partizione semplice (solitamente realizzata con piccoli elementi e leganti umidi) o partizione prefabbricata (solitamente realizzata con montaggio in sito di elementi predisposti per essere assemblati a secco).

#### Strati funzionali

Quando non è diversamente descritto negli altri documenti progettuali si intende che ciascuna delle categorie di parete composta da più strati funzionali (costruttivamente uno strato può assolvere a più funzioni).

*Pareti esterne o partizioni interne realizzate a base di elementi di laterizio, calcestruzzo, ecc.*

Le pareti esterne o partizioni interne realizzate a base di elementi di laterizio, calcestruzzo, calcio silicato, pietra naturale o ricostruita e prodotti similari saranno realizzate con le modalità descritte nell'articolo opere di muratura, tenendo conto delle modalità di esecuzione particolari (giunti, sovrapposizioni, ecc.) richieste quando la muratura ha compiti di isolamento termico, acustico, resistenza al fuoco, ecc. Per gli altri strati presenti morfologicamente e con precise funzioni di isolamento termico, acustico, barriera al vapore, ecc. si rinvia alle prescrizioni date nell'articolo relativo alle coperture.

Per gli intonaci ed i rivestimenti in genere si rinvia all'articolo sull'esecuzione di queste opere. Comunque in relazione alle funzioni attribuite alle pareti ed al livello di prestazione richiesto si curerà la realizzazione dei giunti, la connessione tra gli strati e le compatibilità meccaniche e chimiche.

Nel corso dell'esecuzione si curerà la completa esecuzione dell'opera con attenzione alle interferenze con altri elementi (impianti), all'esecuzione dei vani di porte e finestre, alla realizza-



zione delle camere d'aria o di strati interni curando che non subiscano schiacciamenti, discontinuità, ecc. non coerenti con la funzione dello strato.

#### *Normativa di riferimento*

Le pareti divisorie devono essere costruite secondo le normative di sicurezza e d'accessibilità vigenti: antinfortunistica, antincendio, insonorizzazione ed accesso disabili.

#### *Norme antincendio*

Si richiamano le seguenti norme:

C.M. 14 settembre 1961, n. 91 - Norme di sicurezza per la protezione contro il fuoco dei fabbricati a struttura in acciaio destinati ad uso civile;

D.M. 30 novembre 1983 - Termini, definizioni generali e simboli grafici di prevenzione incendi.

## **Art. 60 Intonaci**

### **60.1 Intonaco grezzo**

L'intonaco grezzo dovrà essere costituito da uno strato di rinzaffo rustico, applicato con predisposte poste e guide, su pareti, soffitti e volte sia per interni che per esterni.

L'intonaco potrà essere eseguito:

- con malta di calce e pozzolana, composta da 120 kg di calce idrata per 1,00 m<sup>3</sup> di pozzolana vagliata;
- con malta bastarda di calce, sabbia e cemento composta da 0,35 m<sup>3</sup> di calce spenta, 100 kg di cemento tipo "325" e 0,9 m<sup>3</sup> di sabbia;
- con malta cementizia composta da 300 kg di cemento tipo "325" per 1,00 m<sup>3</sup> di sabbia.

### **60.2 Intonaco grezzo fratazzato**

L'intonaco grezzo fratazzato dovrà essere costituito da un primo strato di rinzaffo e da un secondo strato fratazzato rustico, applicato con predisposte poste e guide, su pareti e soffitti, sia per interni che per esterni.

L'intonaco potrà essere eseguito con malta di cui alla voce 68.1.

### **60.3 Intonaco civile**

L'intonaco civile dovrà essere formato da tre strati di cui il primo di rinzaffo, un secondo tirato in piano con regolo e fratazzo con predisposte poste e guide ed un terzo di rifinitura formato da uno strato di colla della stessa malta passata al crivello fino, lisciata con fratazzo metallico o alla pezza, per pareti, soffitti e volte, sia all'interno che all'esterno.

### **60.4 Intonaco resistente alla fiamma**

L'intonaco resistente alla fiamma dovrà essere a base di materiali isolanti (vermiculite, perlite) impastati con idonei leganti e correttivi. Dovrà essere applicato su pareti e soffitti aventi superficie rasata o rustica, per lo spessore minimo di 2 cm, e comunque adeguati a quanto richiesto dalle norme.

## **60.5 Paraspigoli**

I paraspigoli dovranno essere applicati, prima della formazione degli intonaci, dei profilati in lamiera zincata dell'altezza minima di m. 1,70 e dello spessore di mm 1.

### **Art. 61 Serramenti e vetri**

Si intendono per opere di vetratura quelle che comportano la collocazione in opera di lastre di vetro (o prodotti similari sempre comunque in funzione di schermo) sia in luci fisse sia in ante fisse o mobili di finestre, portefinestre o porte.

Si intendono per opere di serramentistica quelle relative alla collocazione di serramenti (infissi) nei vani aperti delle parti murarie destinate a riceverli.

#### **61.1 Realizzazione**

La realizzazione delle opere di vetratura deve avvenire con i materiali e le modalità previsti dal progetto ed ove questo non sia sufficientemente dettagliato valgono le prescrizioni seguenti.

Le lastre di vetro in relazione al loro comportamento meccanico devono essere scelte tenendo conto delle loro dimensioni, delle sollecitazioni previste dovute a carico vento e neve, delle sollecitazioni dovute ad eventuali sbattimenti e delle deformazioni prevedibili del serramento. Devono inoltre essere considerate per la loro scelta le esigenze di isolamento termico, acustico, di trasmissione luminosa, di trasparenza o traslucidità, di sicurezza sia ai fini antinfortunistici che di resistenza alle effrazioni, atti vandalici, ecc.

Per la valutazione della adeguatezza delle lastre alle prescrizioni predette, in mancanza di prescrizioni nel progetto si intendono adottati i criteri stabiliti nelle norme UNI per l'isolamento termico ed acustico, la sicurezza, ecc. (UNI 7143, UNI 7144, UNI EN 12758 e UNI 7697).

Gli smussi ai bordi e negli angoli devono prevenire possibili scagliature.

I materiali di tenuta, se non precisati nel progetto esecutivo, si intendono scelti in relazione alla conformazione ed alle dimensioni delle scanalature (o battente aperto con ferma vetro) per quanto riguarda lo spessore e le dimensioni in genere, la capacità di adattarsi alle deformazioni elastiche dei telai fissi ed ante apribili; la resistenza alle sollecitazioni dovute ai cicli termoigrometrici tenuto conto delle condizioni microlocali che si creano all'esterno rispetto all'interno, ecc. e tenuto conto del numero, posizione e caratteristiche dei tasselli di appoggio, periferici e spaziatori.

Nel caso di lastre posate senza serramento gli elementi di fissaggio (squadrette, tiranti, ecc.) devono avere adeguata resistenza meccanica, essere preferibilmente di metallo non ferroso o comunque protetto dalla corrosione. Tra gli elementi di fissaggio e la lastra deve essere interposto materiale elastico e durabile alle azioni climatiche.

La posa in opera deve avvenire previa eliminazione di depositi e materiali dannosi dalle lastre, serramenti, ecc. e collocando i tasselli di appoggio in modo da far trasmettere correttamente il peso della lastra al serramento; i tasselli di fissaggio servono a mantenere la lastra nella posizione prefissata.

Le lastre che possono essere urtate devono essere rese visibili con opportuni segnali (motivi ornamentali, maniglie, ecc.).

La sigillatura dei giunti tra lastra e serramento deve essere continua in modo da eliminare ponti termici ed acustici. Per i sigillanti e gli adesivi si devono rispettare le prescrizioni previste dal fabbricante per la preparazione, le condizioni ambientali di posa e di manutenzione. Comunque la sigillatura deve essere conforme a quella richiesta dal progetto od effettuata sui prodotti utilizzati per qualificare il serramento nel suo insieme.

L'esecuzione effettuata secondo la norma UNI 6534 potrà essere considerata conforme alla richiesta del presente disciplinare nei limiti di validità della norma stessa.

### **61.2 Posa in opera dei serramenti**

La realizzazione della posa dei serramenti deve essere effettuata come indicato nel progetto esecutivo e quando non precisato deve avvenire secondo le prescrizioni seguenti.

Le finestre collocate su propri controtelai e fissate con i mezzi previsti dal progetto e comunque in modo da evitare sollecitazioni localizzate.

Il giunto tra controtelaio e telaio fisso se non progettato in dettaglio onde mantenere le prestazioni richieste al serramento dovrà essere eseguito con le seguenti attenzioni:

- assicurare tenuta all'aria ed isolamento acustico;
- gli interspazi devono essere sigillati con materiale comprimibile e che resti elastico nel tempo, se ciò non fosse sufficiente (giunti larghi più di 8 mm) si sigillerà anche con apposito sigillante capace di mantenere l'elasticità nel tempo e di aderire al materiale dei serramenti;
- il fissaggio deve resistere alle sollecitazioni che il serramento trasmette sotto l'azione del vento od i carichi dovuti all'utenza (comprese le false manovre).

La posa con contatto diretto tra serramento e parte muraria deve avvenire:

- assicurando il fissaggio con l'ausilio di elementi meccanici (zanche, tasselli ad espansione, ecc.);
- sigillando il perimetro esterno con malta previa eventuale interposizione di elementi separatori quali non tessuti, fogli, ecc.;
- curando l'immediata pulizia delle parti che possono essere danneggiate (macchiate, corrose, ecc.) dal contatto con la malta o altri prodotti utilizzati durante l'installazione del serramento.

Le porte devono essere posate in opera analogamente a quanto indicato per le finestre; inoltre si dovranno curare le altezze di posa rispetto al livello del pavimento finito.

Per le porte con alte prestazioni meccaniche (antiefrazione) acustiche, termiche o di comportamento al fuoco, si rispetteranno inoltre le istruzioni per la posa date dal fabbricante ed accettate dalla Direzione dei Lavori.

### **61.3 Controlli e aggiornamento del piano di manutenzione dell'opera**

Il Direttore dei Lavori per la realizzazione opererà come segue:

- nel corso dell'esecuzione dei lavori (con riferimento ai tempi ed alle procedure) verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelli prescritti. In particolare verificherà la realizzazione delle sigillature tra lastre di vetro e telai e tra i telai fis-

si ed i controtelai; l'esecuzione dei fissaggi per le lastre non intelaiate; il rispetto delle prescrizioni di progetto esecutivo, del capitolato e del produttore per i serramenti con altre prestazioni.

- a conclusione dei lavori eseguirà verifiche visive della corretta messa in opera e della completezza dei giunti, sigillature, ecc. Eseguirà controlli orientativi circa la forza di apertura e chiusura dei serramenti (stimandole con la forza corporea necessaria) l'assenza di punti di attrito non previsti, e prove orientative di tenuta all'acqua, con spruzzatori a pioggia, ed all'aria, con l'uso di fumogeni, ecc.

Il Direttore dei Lavori raccoglierà in un fascicolo i documenti progettuali più significativi, eventuali schede di prodotti, nonché le istruzioni per la manutenzione ai fini dell'integrazione o aggiornamento del piano di manutenzione dell'opera.

## **Art. 62 Pavimentazioni**

Si intende per pavimentazione un sistema edilizio avente quale scopo quello di consentire o migliorare il transito e la resistenza alle sollecitazioni in determinate condizioni di uso.

Esse si intendono convenzionalmente suddivise nelle seguenti categorie:

- pavimentazioni su strato portante;
- pavimentazioni su terreno (cioè dove la funzione di strato portante del sistema di pavimentazione è svolta dal terreno).

### **62.1 Strati funzionali**

Quando non è diversamente descritto negli altri documenti progettuali si intende che ciascuna delle categorie sopracitate sarà composta dai seguenti strati funzionali.

a) La pavimentazione su strato portante avrà quali elementi o strati fondamentali:

- lo strato portante, con la funzione di resistenza alle sollecitazioni meccaniche dovute ai carichi permanenti o di esercizio;
- lo strato di scorrimento, con la funzione di compensare e rendere compatibili gli eventuali scorrimenti differenziali tra strati contigui;
- lo strato ripartitore, con funzione di trasmettere allo strato portante le sollecitazioni meccaniche impresse dai carichi esterni qualora gli strati costituenti la pavimentazione abbiano comportamenti meccanici sensibilmente differenziati;
- lo strato di collegamento, con funzione di ancorare il rivestimento allo strato ripartitore (o portante);
- lo strato di rivestimento con compiti estetici e di resistenza alle sollecitazioni meccaniche, chimiche, ecc.).

A seconda delle condizioni di utilizzo e delle sollecitazioni previste i seguenti strati possono diventare fondamentali:

- strato di impermeabilizzante con funzione di dare alla pavimentazione una prefissata impermeabilità ai liquidi ed ai vapori;

- strato di isolamento termico con funzione di portare la pavimentazione ad un prefissato isolamento termico;
- strato di isolamento acustico con la funzione di portare la pavimentazione ad un prefissato isolamento acustico;
- strato di compensazione con funzione di compensare quote, le pendenze, gli errori di planarità ed eventualmente incorporare impianti (questo strato frequentemente ha anche funzione di strato di collegamento).

b) La pavimentazione su terreno avrà quali elementi o strati funzionali:

- il terreno (suolo) con funzione di resistere alle sollecitazioni meccaniche trasmesse dalla pavimentazione;
- strato impermeabilizzante (o drenante);
- lo strato ripartitore;
- strati di compensazione e/o pendenza;
- il rivestimento.

A seconda delle condizioni di utilizzo e delle sollecitazioni possono essere previsti altri strati complementari.

## **62.2 Realizzazione degli strati**

Per la pavimentazione su strato portante sarà effettuata la realizzazione degli strati utilizzando i materiali indicati nel progetto, ove non sia specificato in dettaglio nel progetto esecutivo od a suo complemento si rispetteranno le prescrizioni seguenti:

- per lo strato portante a seconda della soluzione costruttiva adottata si farà riferimento alle prescrizioni già date nel presente disciplinare sulle strutture di calcestruzzo, strutture metalliche, sulle strutture miste acciaio e calcestruzzo, sulle strutture di legno, ecc.
- per lo strato di scorrimento a seconda della soluzione costruttiva adottata si farà riferimento alle prescrizioni già date per i prodotti quali la sabbia, membrane a base sintetica o bituminosa, fogli di carta o cartone, geotessili o pannelli di fibre, di vetro o roccia. Durante la realizzazione si curerà la continuità dello strato, la corretta sovrapposizione, o realizzazione dei giunti e l'esecuzione dei bordi, risvolti, ecc.
- per lo strato ripartitore a seconda della soluzione costruttiva adottata si farà riferimento alle prescrizioni già date per i prodotti quali calcestruzzi armati o non, malte cementizie, lastre prefabbricate di calcestruzzo armato o non, lastre o pannelli a base di legno. Durante la realizzazione si curerà oltre alla corretta esecuzione dello strato in quanto a continuità e spessore, la realizzazione di giunti e bordi e dei punti di interferenza con elementi verticali o con passaggi di elementi impiantistici in modo da evitare azioni meccaniche localizzate od incompatibilità chimico fisiche. Sarà infine curato che la superficie finale abbia caratteristiche di planarità, rugosità, ecc. adeguate per lo strato successivo.
- per lo strato di collegamento a seconda della soluzione costruttiva adottata si farà riferimento alle prescrizioni già date per i prodotti quali malte, adesivi organici e/o con base cementizia e nei casi particolari alle prescrizioni del produttore per elementi di fissaggio, meccanici od

altro tipo. Durante la realizzazione si curerà la uniforme e corretta distribuzione del prodotto con riferimento agli spessori e/o quantità consigliate dal produttore in modo da evitare eccesso da rifiuto od insufficienza che può provocare scarsa resistenza od adesione. Si verificherà inoltre che la posa avvenga con gli strumenti e nelle condizioni ambientali (temperatura, umidità) e preparazione dei supporti suggeriti dal produttore.

- per lo strato di rivestimento a seconda della soluzione costruttiva adottata si farà riferimento alle prescrizioni già date nell'articolo relativo. Durante la fase di posa si curerà la corretta esecuzione degli eventuali motivi ornamentali, la posa degli elementi di completamento e/o accessori, la corretta esecuzione dei giunti, delle zone di interferenza (bordi, elementi verticali, ecc.) nonché le caratteristiche di planarità o comunque delle conformazioni superficiali rispetto alle prescrizioni di progetto, nonché le condizioni ambientali di posa ed i tempi di maturazione.

- per lo strato di impermeabilizzazione a seconda che abbia funzione di tenuta all'acqua, barriera o schermo al vapore valgono le indicazioni fornite per questi strati all'articolo sulle coperture continue.

- per lo strato di isolamento termico valgono le indicazioni fornite per questo strato all'articolo sulle coperture piane.

- per lo strato di isolamento acustico a seconda della soluzione costruttiva adottata si farà riferimento per i prodotti alle prescrizioni già date nell'apposito articolo. Durante la fase di posa in opera si curerà il rispetto delle indicazioni progettuali e comunque la continuità dello strato con la corretta realizzazione dei giunti/sovrapposizioni, la realizzazione accurata dei risvolti ai bordi e nei punti di interferenza con elementi verticali (nel caso di pavimento cosiddetto galleggiante i risvolti dovranno contenere tutti gli strati sovrastanti). Sarà verificato nei casi dell'utilizzo di supporti di gomma, sughero, ecc., il corretto posizionamento di questi elementi ed i problemi di compatibilità meccanica, chimica, ecc., con lo strato sottostante e sovrastante.

- per lo strato di compensazione delle quote valgono le prescrizioni date per lo strato di collegamento (per gli strati sottili) e/o per lo strato ripartitore (per gli spessori maggiori a 20 mm).

### **62.3 Materiali**

Per le pavimentazioni su terreno la realizzazione degli strati sarà effettuata utilizzando i materiali indicati nel progetto, ove non sia specificato in dettaglio nel progetto o da suo complemento si rispetteranno le prescrizioni seguenti:

- per lo strato costituito dal terreno si provvederà alle operazioni di asportazione dei vegetali e dello strato contenente le loro radici o comunque ricco di sostanze organiche. Sulla base delle sue caratteristiche di portanza, limite liquido, limite plastico indice di plasticità, massa volumica, ecc. si procederà alle operazioni di costipamento con opportuni mezzi meccanici, alla formazione di eventuale correzione e/o sostituzione (trattamento) dello strato superiore per conferirgli le necessarie caratteristiche meccaniche, e di deformabilità, ecc. In caso di dubbio

o contestazioni si farà riferimento alla norma UNI 8381 e/o alle seguenti norme sulle costruzioni stradali, CNR b.u. n. 92, 141 e 146, UNI CNR 10006.

- per lo strato impermeabilizzante o drenante si farà riferimento alle prescrizioni già fornite per i materiali quali sabbia, ghiaia, pietrisco, ecc. indicate nella norma UNI 8381 per le massicciate (o alle norme CNR sulle costruzioni stradali) ed alle norme UNI e/o CNR per i tessuti nontessuti (geotessili). Per l'esecuzione dello strato si adotteranno opportuni dosaggi granulometrici di sabbia, ghiaia e pietrisco in modo da conferire allo strato resistenza meccanica, resistenza al gelo, limite di plasticità adeguati. Per gli strati realizzati con geotessili si curerà la continuità dello strato, la sua consistenza e la corretta esecuzione dei bordi e dei punti di incontro con opere di raccolta delle acque, strutture verticali, ecc. In caso di dubbio o contestazione si farà riferimento alla UNI 8381 e/o alle norme CNR sulle costruzioni stradali.

- per lo strato ripartitore dei carichi si farà riferimento alle prescrizioni contenute sia per i materiali sia per la loro realizzazione con misti cementati, solette di calcestruzzo, conglomerati bituminosi alle prescrizioni della UNI 8381 e/o alle norme CNR sulle costruzioni stradali. In generale si curerà la corretta esecuzione degli spessori, la continuità degli strati, la realizzazione dei giunti dei bordi e dei punti particolari.

- per lo strato di compensazione e/o pendenza valgono le indicazioni fornite per lo strato ripartitore; è ammesso che esso sia eseguito anche successivamente allo strato ripartitore purché sia utilizzato materiale identico o comunque compatibile e siano evitati fenomeni di incompatibilità fisica o chimica o comunque di scarsa aderenza dovuta ai tempi di presa, maturazione e/o alle condizioni climatiche al momento dell'esecuzione.

- per lo strato di rivestimento valgono le indicazioni fornite nell'articolo sui prodotti per pavimentazione (conglomerati bituminosi, massetti calcestruzzo, pietre, ecc.). Durante l'esecuzione si curerà a secondo della soluzione costruttiva prescritta dal progetto le indicazioni fornite dal progetto stesso e comunque si curerà, in particolare, la continuità e regolarità dello strato (planarità, deformazioni locali, pendenze, ecc.) l'esecuzione dei bordi e dei punti particolari. Si curerà inoltre l'impiego di criteri e macchine secondo le istruzioni del produttore del materiale ed il rispetto delle condizioni climatiche e di sicurezza e dei tempi di presa e maturazione.

#### **62.4 Controlli e aggiornamento del piano di manutenzione dell'opera**

Il Direttore dei Lavori per la realizzazione delle pavimentazioni opererà come segue:

a) nel corso dell'esecuzione dei lavori (con riferimento ai tempi ed alle procedure) verificherà in corso d'opera che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte ed inoltre, almeno per gli strati più significativi verificherà che il risultato finale sia coerente con le prescrizioni di progetto e comunque con la funzione che è attribuita all'elemento o strato realizzato. In particolare verificherà: il collegamento tra gli strati; la realizzazione dei giunti/sovrapposizioni per gli strati realizzati con pannelli, fogli ed in genere con prodotti preformati; la esecuzione accurata dei bordi e dei punti particolari. Ove sono richieste lavorazioni in sito verificherà con semplici metodi da cantiere:

- le resistenze meccaniche (portate, punzonamenti, resistenze a flessione);
- adesioni fra strati (o quando richiesto l'esistenza di completa separazione);
- tenute all'acqua, all'umidità, ecc.

b) a conclusione dei lavori eseguirà prove (anche solo localizzate) di funzionamento formando battenti di acqua, condizioni di carico, di punzonamento, ecc. che siano significativi delle ipotesi previste dal progetto o dalla realtà.

Il Direttore dei Lavori raccoglierà in un fascicolo i documenti progettuali più significativi, eventuali schede di prodotti, nonché le istruzioni per la manutenzione ai fini dell'integrazione o aggiornamento del piano di manutenzione dell'opera.

## **Art. 63 Finiture**

### **63.1 Decorazioni**

Per l'esecuzione delle decorazioni, sia nelle pareti interne che nei prospetti esterni, la Direzione dei Lavori fornirà all'appaltatore, qualora non compresi tra i disegni di contratto o ad integrazione degli stessi, i necessari particolari costruttivi.

Le campionature dovranno essere formalmente accettate dal Direttore dei Lavori.

### **63.2 Tinteggiature e verniciature**

Le operazioni di tinteggiatura o verniciatura dovranno essere precedute da un'accurata preparazione delle superfici interessate (raschiature, scrostature, stuccature, levigature etc.) con sistemi idonei ad assicurare la perfetta riuscita del lavoro.

La miscelazione e posa in opera di prodotti monocomponenti e bicomponenti dovrà avvenire nei rapporti, modi e tempi indicati dal produttore onde evitare alterazioni del prodotto.

L'applicazione dei prodotti vernicianti non dovrà venire effettuata su superfici umide, l'intervallo di tempo fra una mano e la successiva sarà, salvo diverse prescrizioni, di 24 ore, la temperatura ambiente non dovrà superare i 40°C. e la temperatura delle superfici dovrà essere compresa fra i 5 e 50°C. con un massimo di 80% di umidità relativa.

In ogni caso le opere eseguite dovranno essere protette, fino al completo essiccamento, dalla polvere, dall'acqua e da ogni altra fonte di degradazione.

Le opere di verniciatura su manufatti metallici saranno precedute da accurate operazioni di pulizia (nel caso di elementi esistenti) e rimozione delle parti ossidate; verranno quindi applicate almeno una mano di vernice protettiva ed un numero non inferiore a due mani di vernice del tipo e colore previsti fino al raggiungimento della completa uniformità della superficie.

Nelle opere di verniciatura eseguite su intonaco, oltre alle verifiche della consistenza del supporto ed alle successive fasi di preparazione, si dovrà attendere un adeguato periodo, fissato dalla direzione dei lavori, di stagionatura degli intonaci; trascorso questo periodo si procederà all'applicazione di una mano di imprimitura (eseguita con prodotti speciali) od una mano di fondo più diluita alla quale seguiranno altre due mani di vernice del colore e caratteristiche fissate.



La tinteggiatura potrà essere eseguita, salvo altre prescrizioni, a pennello, a rullo, a spruzzo, etc. in conformità con i modi fissati per ciascun tipo di lavorazione.

### **63.3 Rivestimenti per interni ed esterni**

Si definisce sistema di rivestimento il complesso di strati di prodotti della stessa natura o di natura diversa, omogenei o disomogenei che realizzano la finitura dell'edificio.

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.

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.

I sistemi di rivestimento si distinguono, a seconda della loro funzioni in:

- rivestimenti per esterno e per interno;
- rivestimenti protettivi in ambienti con specifica aggressività;
- rivestimenti protettivi di materiali lapidei, legno, ferro, metalli non ferrosi, ecc.

#### **63.3.1 Sistemi realizzati con prodotti rigidi**

Per le piastrelle di ceramica (o lastre di pietra, ecc. con dimensioni e pesi simili) si procederà alla posa su letto di malta svolgente funzioni di strato di collegamento e di compensazione e curando la sufficiente continuità dello strato stesso, lo spessore, le condizioni ambientali di posa (temperatura ed umidità) e di maturazione. Si valuterà inoltre la composizione della malta onde evitare successivi fenomeni di incompatibilità chimica o termica con il rivestimento e/o con il supporto. Durante la posa del rivestimento si curerà l'esecuzione dei giunti, il loro allineamento, la planarità della superficie risultante ed il rispetto di eventuali motivi ornamentali. In alternativa alla posa con letto di malta si procederà all'esecuzione di uno strato ripartitore avente adeguate caratteristiche di resistenza meccanica, planarità, ecc. in modo da applicare successivamente uno strato di collegamento (od ancoraggio) costituito da adesivi aventi adeguate compatibilità chimica e termica con lo strato ripartitore e con il rivestimento. Durante la posa si procederà come sopra descritto.

Per le lastre di pietra, calcestruzzo, fibrocemento e prodotti simili si procederà alla posa mediante fissaggi meccanici (elementi ad espansione, elementi a fissaggio chimico, ganci, zanche e simili) a loro volta ancorati direttamente nella parte muraria e/o su tralicci o simili. Comunque i sistemi di fissaggio devono garantire una adeguata resistenza meccanica per supportare il peso proprio e del rivestimento, resistere alla corrosione, permettere piccole regolazioni dei singoli pezzi durante il fissaggio ed il loro movimento in opera dovuto a variazioni termiche. Il sistema nel suo insieme deve avere comportamento termico accettabile, nonché evitare di essere sorgente di rumore inaccettabile dovuto al vento, pioggia, ecc. ed as-

solvere le altre funzioni loro affidate quali tenuta all'acqua ecc. Durante la posa del rivestimento si cureranno gli effetti estetici previsti, l'allineamento o comunque la corretta esecuzione di giunti (sovrapposizioni, ecc.), la corretta forma della superficie risultante, ecc.

Per le lastre, pannelli, ecc. a base di metallo o materia plastica si procederà analogamente a quanto descritto in b) per le lastre.

Si curerà in base alle funzioni attribuite dal progetto al rivestimento, l'esecuzione dei fissaggi, la collocazione rispetto agli strati sottostanti onde evitare incompatibilità termiche, chimiche od elettriche. Saranno considerate le possibili vibrazioni o rumore indotte da vento, pioggia, ecc. Verranno inoltre verificati i motivi estetici, l'esecuzione dei giunti, la loro eventuale sigillatura, ecc.

### 63.3.2 Sistemi realizzati con prodotti flessibili

I sistemi con prodotti flessibili devono essere realizzati secondo le prescrizioni date nel progetto con prodotti costituiti da carte da parati (a base di carta, tessili, fogli di materie plastiche o loro abbinamenti) aventi le caratteristiche riportate nell'articolo loro applicabile ed a completamento del progetto devono rispondere alle indicazioni seguenti.

A seconda del supporto (intonaco, legno, ecc.), si procederà alla sua pulizia ed asportazione dei materiali esistenti nonché al riempimento di fessure, piccoli fori, alla spianatura di piccole asperità, ecc. avendo cura di eliminare, al termine, la polvere ed i piccoli frammenti che possono successivamente collocarsi tra il foglio ed il supporto durante la posa.

Si stenderà uno strato di fondo (fissativo) solitamente costituito dallo stesso adesivo che si userà per l'incollaggio (ma molto più diluito con acqua) in modo da rendere uniformemente assorbente il supporto stesso e da chiudere i pori più grandi. Nel caso di supporti molto irregolari e nella posa di rivestimenti particolarmente sottili e lisci (esempio tessili) si provvederà ad applicare uno strato intermedio di carta fodera o prodotto simile allo scopo di ottenere la levigatezza e continuità volute.

Si applica infine il telo di finitura curando il suo taglio preliminare in lunghezza e curando la concordanza dei disegni, la necessità di posare i teli con andamento alternato ecc.

Durante l'applicazione si curerà la realizzazione dei giunti, la quantità di collante applicato, l'esecuzione dei punti particolari quali angoli, bordi di porte, finestre, ecc., facendo le opportune riprese in modo da garantire la continuità dei disegni e comunque la scarsa percepibilità dei giunti.

### 63.3.3 Sistemi realizzati con prodotti fluidi

I sistemi con prodotti fluidi devono rispondere alle indicazioni seguenti:

a) su pietre naturali ed artificiali impregnazione della superficie con siliconi o olii fluorurati, non pellicolanti, resistenti agli UV, al dilavamento, agli agenti corrosivi presenti nell'atmosfera;

b) su intonaci esterni:

- tinteggiatura della superficie con tinte alla calce, o ai silicati inorganici;
- pitturazione della superficie con pitture organiche;

c) su intonaci interni:

- tinteggiatura della superficie con tinte alla calce, o ai silicati inorganici;
- pitturazione della superficie con pitture organiche o ai silicati organici;
- rivestimento della superficie con materiale plastico a spessore;
- tinteggiatura della superficie con tinte a tempera;

d) su prodotti di legno e di acciaio.

I sistemi si intendono realizzati secondo le prescrizioni del progetto ed in loro mancanza (od a loro integrazione) si intendono realizzati secondo le indicazioni date dal produttore ed accettate dalla Direzione dei Lavori; le informazioni saranno fornite secondo le norme UNI 8758 o UNI 8760 e riguarderanno:

- criteri e materiali di preparazione del supporto;
- criteri e materiali per realizzare l'eventuale strato di fondo ivi comprese le condizioni ambientali (temperatura, umidità) del momento della realizzazione e del periodo di maturazione, condizioni per la successiva operazione;
- criteri e materiali per realizzare l'eventuale strato intermedio ivi comprese le condizioni citate all'alinea precedente per la realizzazione e maturazione;
- criteri e materiali per lo strato di finiture ivi comprese le condizioni citate al secondo alinea.

e) durante l'esecuzione, per tutti i tipi predetti, si curerà per ogni operazione la completa esecuzione degli strati, la realizzazione dei punti particolari, le condizioni ambientali (temperatura, umidità) e la corretta condizione dello strato precedente (essiccazione, maturazione, assenza di bolle, ecc.), nonché le prescrizioni relative alle norme di igiene e sicurezza.

#### **63.4 Controlli e aggiornamento del piano di manutenzione dell'opera**

Il Direttore dei Lavori per la realizzazione del sistema di rivestimento opererà come segue:

a) nel corso dell'esecuzione dei lavori (con riferimento ai tempi ed alle procedure) verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte ed inoltre almeno per gli strati più significativi verificherà che il risultato delle operazioni predette sia coerente con le prescrizioni di progetto e comunque con la funzione che è attribuita all'elemento o strato realizzato. In particolare verificherà:

- per i rivestimenti rigidi le modalità di fissaggio, la corretta esecuzione dei giunti e quanto riportato nel punto loro dedicato, eseguendo verifiche intermedie di resistenza meccanica, ecc.;
- per i rivestimenti con prodotti flessibili (fogli) la corretta esecuzione delle operazioni descritte nel relativo punto;
- per i rivestimenti fluidi od in pasta il rispetto delle prescrizioni di progetto o concordate come detto nel punto a) verificando la loro completezza, ecc. specialmente delle parti difficilmente controllabili al termine dei lavori.

b) a conclusione dei lavori eseguirà prove (anche solo localizzate) e con facili mezzi da cantiere creando sollecitazioni compatibili con quelle previste dal progetto o comunque simulanti le sollecitazioni dovute all'ambiente, agli utenti futuri, ecc. Per i rivestimenti rigidi verificherà

in particolare il fissaggio e l'aspetto delle superfici risultanti; per i rivestimenti in fogli, l'effetto finale e l'adesione al supporto; per quelli fluidi la completezza, l'assenza di difetti locali, l'aderenza al supporto.

Il Direttore dei Lavori raccoglierà in un fascicolo i documenti progettuali più significativi, eventuali schede di prodotti, nonché le istruzioni per la manutenzione ai fini dell'integrazione o aggiornamento del piano di manutenzione dell'opera.

## **Art. 64 Posa in opera delle tubazioni in genere**

### **64.1 Norme generali**

Prima di essere calati nel cavo i tubi dovranno essere accuratamente esaminati con particolare riguardo alle testate ed al rivestimento, per accertare che nel trasporto o nelle operazioni di carico e scarico essi non siano stati deteriorati. Perché detto esame abbia effettivo valore è indispensabile che con uno straccio bagnato venga eliminato il pulviscolo che, ricoprendo i tubi, può nascondere le eventuali incrinature.

I tubi dovranno altresì con cura essere puliti all'interno per eliminare ogni materia che vi fosse eventualmente introdotta. I tubi verranno collocati in opera non direttamente sul fondo dello scavo ma con interposizione di apposito letto di sabbia o terra sciolta dell'altezza minima di cm 15, formante una culla che abbracci tutto il tubo e sia estesa per tutta la larghezza e la lunghezza dello scavo. Tale norma riveste carattere generale e dovrà essere applicata solo nei casi in cui non siano stati definiti in sede progettuale soluzioni diverse risultanti da elaborati grafici particolari.

Ogni tratto di condotta deve essere disposto rettificato in modo che l'asse del tubo unisca in uniforme pendenza i diversi punti all'uopo fissati con appositi picchetti, in modo da corrispondere esattamente (salvo le varianti che potranno essere disposte dalla Direzione dei Lavori) all'andamento planimetrico ed altimetrico stabilito nelle planimetrie e nei profili allegati al Contratto di appalto. Per la rettifica dell'asse delle tubazioni è tassativamente proibito l'impiego di pezzi di pietra sotto i tubi e dovranno invece impiegarsi adeguate rincalzature di terra sciolta od altre materie minute incoerenti.

Non saranno tollerate contropendenze in corrispondenza di punti in cui non siano previsti sfiati o scarichi. Nel caso che questo si verificasse, l'Appaltatore dovrà, a tutte sue spese, rinnovare la condotta già posata e ricostruirla nel modo regolare.

I tubi con giunto a bicchiere verranno collocati in opera con i bicchieri volti verso l'estremo più elevato di ogni livelletta per facilitare l'esecuzione del giunto.

I tubi da giuntare dovranno essere ben allineati, con deviazioni tollerate non superiori ai 3 gradi; per deviazioni angolari superiori, si dovrà utilizzare l'apposita curva. Se per la spinta di infilaggio si userà la pala dell'escavatore, fra essa ed il bicchiere dovranno essere interposte traverse di legno, per non danneggiare il bicchiere ed esercitare una spinta perfettamente assiale.

Per garantire la discontinuità elettrica della condotta, la testata del tubo non dovrà appoggiare

contro il fondo del bicchiere; pertanto prima della posa, dovrà essere segnata sulla testata la lunghezza del tratto da imboccare nel bicchiere, in modo da tenere una distanza dal fondo di circa mm 4.

A giunzione effettuata, dovrà essere verificato l'esatto posizionamento delle guarnizioni, mediante sonda-spessimetro.

L'inserimento di curve, bout, Te e pezzi speciali in genere verrà di norma eseguito per saldatura, salvo particolari esigenze (rivestimenti plastici, ecc.) o disposizioni della Direzione dei Lavori; in ogni caso questi pezzi speciali, così come ogni deviazione dalla direzione rettilinea, dovranno essere ancorati con un adeguato blocco di calcestruzzo, esteso fin contro le pareti dello scavo.

Si fa notare che il mancato rispetto di queste prescrizioni causerà inevitabilmente perdite da qualche giunto e quindi la necessità di ripristinarlo a regola d'arte.

In corrispondenza della parte connessa delle curve e nei tratti rettilinei a forte pendenza saranno costruiti ancoraggi in calcestruzzo (nel numero e con le dimensioni e modalità che saranno fissate all'atto pratico dalla Direzione dei Lavori).

Lo strato di riempimento del cavo direttamente a contatto con il tubo non deve contenere pietre od altri materiali che possano comunque trasmettere, concentrato in singoli punti, il carico sovrastante.

Per il montaggio della condotta la Ditta appaltatrice dovrà tenere sul luogo dei lavori operai specializzati appartenenti alla Ditta costruttrice dei tubi per sorvegliare e guidare gli operai addetti a tale operazione.

In particolare, ognuna delle giunzioni dei tubi dovrà essere eseguita direttamente e sotto la sorveglianza di operai specializzati della Ditta costruttrice.

Al fine di non ostacolare il moto degli apparecchi di pulitura interna, le deviazioni angolari planimetriche ed altimetriche si realizzeranno o mediante pezzi curvi del tipo a grande raggio e di apertura singola non maggiore di  $1/32$  di angolo giro oppure mediante deviazioni angolari fra tubi contigui concesse dai normali bicchieri, le quali per altro non dovranno superare il valore massimo di  $2^\circ$ .

Ove occorra, a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori, consolidare il piano di posa dei tubi, sia che essi poggino direttamente nel fondo dei cavi, sia che vengano sostenuti da cuscinetti, tale consolidamento sarà effettuato mediante platee di calcestruzzo da costruirsi secondo le indicazioni che verranno impartite dalla Direzione stessa all'atto dell'esecuzione.

Ferma restando la piena e completa responsabilità dell'Assuntore per la buona riuscita di tutte le opere appaltate, egli dovrà adottare tutte le necessarie cautele per evitare danni alla stabilità della condotta, sia durante che dopo le prescritte prove sino al collaudo.

L'Appaltatore dovrà inoltre avere cura di impedire, mediante opportune arginature e deviazioni, che gli scavi ove sono posati i tubi siano invasi dalle acque piovane o di falda e dovrà parimenti evitare, con parziali rinterri eseguiti a tempo debito, che verificandosi, nonostante ogni precauzione, l'inondazione degli scavi aperti, le condotte, trovandosi chiuse agli estremi, possano essere sollevate dalle acque per galleggiamento.

E' vietato chiudere le testate dei tubi, durante le ore di sospensione del lavoro, con tamponi di stracci od altro.

Per la particolarità del progetto si dovranno inoltre adottare le seguenti cautele.

Nelle zone rocciose, quando non fosse possibile rendere liscio il fondo dello scavo o laddove la natura dei terreni lo rendesse opportuno, ed in ogni caso su disposizione della Direzione dei Lavori, le tubazioni saranno poste in opera con l'interposizione di apposito letto di sabbia o di materiale arido a granulometria minuta.

Qualora fosse prescritta la posa delle tubazioni su massetto, lo stesso sarà realizzato con conglomerato cementizio magro.

Lo scarico dei tubi dai mezzi di trasporto dovrà essere effettuato con tutte le precauzioni atte ad evitare danni di qualsiasi genere sia alla struttura stessa dei tubi che ai rivestimenti. L'agganciamento a mezzo di gru o altri mezzi di sollevamento dovrà essere eseguito utilizzando appositi ganci piatti rivestiti di gomma od a mezzo di opportune braghe di tela gommata di adeguata robustezza; in ogni caso sarà vietato l'aggancio a mezzo di cappio di funi metalliche. Qualora lo scarico avvenisse a mezzo di piano inclinato, questo dovrà avere pendenza non superiore a 45° e tavole sufficientemente rigide e rivestite.

Prima di essere posto in opera ciascun tubo, raccordo od apparecchio dovrà essere accuratamente pulito dalle tracce di ruggine o di qualunque altro materiale estraneo; dovrà evitarsi inoltre che, nell'operazione di posa, detriti od altro si depositino entro la tubazione provvedendo peraltro, durante le interruzioni dei lavori, a chiuderne accuratamente le estremità con tappi di legno.

Dopo che i tubi saranno stati trasportati a piè d'opera lungo il tratto di condotta da eseguire, l'Appaltatore farà porre e quotare, con canne metriche e livello a cannocchiale, dei picchetti, e ciò sia nei punti di fondo della trincea corrispondenti alle verticali dei cambiamenti di pendenza e di direzione della tubazione, sia in punti intermedi, in modo che la distanza tra i picchetti non superi i 15 metri.

Successivamente verrà ritoccato e perfettamente livellato il fondo della fossa predisponendo, qualora prescritto dalla Direzione dei Lavori, l'eventuale letto di posa.

I tubi verranno calati nelle trincee con mezzi adeguati a preservarne l'integrità e verranno disposti nella giusta posizione per l'esecuzione delle giunzioni. I singoli elementi saranno calati il più possibile vicino al posto di montaggio, così da evitare spostamenti notevoli lungo i cavi. Salvo quanto riguarda in particolare la formazione delle giunzioni, ogni tratto di condotta dovrà essere disposto e rettificato in modo che l'asse della tubazione unisca, con uniforme pendenza, diversi punti fissati con appositi picchetti, così da corrispondere esattamente all'andamento planimetrico ed altimetrico stabilito dalla Direzione dei Lavori. In particolare non saranno tollerate contropendenze in corrispondenza di punti in cui non fossero previsti sfiati o scarichi; ove ciò si verificasse, l'Appaltatore dovrà a proprie spese rimuovere le tubazioni e ricollocarle in modo regolare come da prescrizione.

Nessun tratto di tubazione dovrà essere posato in orizzontale. I bicchieri dovranno essere possibilmente rivolti verso la direzione in cui procede il montaggio, salvo prescrizioni diverse da

parte della Direzione dei Lavori.

Gli assi dei tubi consecutivi appartenenti a tratte di condotta rettilinea dovranno essere rigorosamente disposti su una retta. Saranno comunque ammesse deviazioni fino ad un massimo di 5° (per i giunti che lo consentono) allo scopo di permettere la formazione delle curve a largo raggio. I tubi dovranno essere disposti in opera in modo da poggiare per tutta la loro lunghezza sul letto di posa opportunamente predisposto.

Resta comunque stabilito che qualora, per effetto di false manovre, o perché l'Impresa abbia mancato di adottare le cautele necessarie, si verificassero danni alle condotte, questi, qualunque ne possa essere l'entità, restano ad esclusivo carico dell'Impresa Appaltatrice.

#### **64.2 Pulizia e lavaggio dei tubi**

E' della massima importanza che prima e durante la messa in opera delle tubazioni non finiscano in essa corpi estranei. Durante l'accatastamento, prima della messa in opera, le testate dei tubi dovranno essere tenute chiuse con appositi tappi o coperchi di lamiera, legno o plastica evitando nel modo più assoluto l'uso di stracci o carta.

Prima della posa, l'interno del tubo dovrà comunque essere controllato con cura e diligenza e, se del caso, pulito accuratamente da ogni deposito.

Analoghe precauzioni dovranno essere adottate durante la posa, per evitare entrate di terriccio, di sassi, di animali, ecc..

Al termine dei lavori e prima dell'entrata in servizio, l'Impresa sarà tenuta ad eseguire un completo energico lavaggio di tutte le condotte con acqua pulita, con l'aggiunta di una soluzione adatta di ipoclorito di sodio o di calcio, secondo la seguente procedura:

- lavaggio della tubazione con acqua pulita fino alla fuoriuscita di acqua limpida;
- riempimento della tubazione con acqua pulita addizionata di circa 100 grammi di ipoclorito di sodio al 6% di cloro attivo per mc di condotta;
- permanenza di tale soluzione nella condotta per almeno 2 ore;
- energico spurgo e lavaggio della condotta con acqua pulita per almeno 30 minuti, comunque fino alla scomparsa dell'odore di cloro.

#### **64.3 Movimentazione e conservazione dei tubi**

Nello scarico dai mezzi di trasporto i tubi non dovranno per nessun motivo essere lasciati cadere o fatti rotolare, ma si dovranno prendere tutti gli accorgimenti necessari ed usare i mezzi idonei per depositarli sul terreno senza arrecare il minimo danno ai tubi, in particolare alle testate, ed ai rivestimenti protettivi.

Il sollevamento dovrà essere fatto usando apposite fasce morbide della larghezza di almeno 10 cm provviste di un perno rimovibile ad un'estremità, in modo da essere agganciato dal tubo senza danneggiarlo; per nessun motivo dovranno essere usate catene o corde senza adatte imbottiture nelle parti a contatto con il tubo.

Anche durante le operazioni di sfilamento, allineamento e posa i tubi non dovranno mai essere trascinati o fatti rotolare sul terreno né fatti cadere nello scavo.

Tali precauzioni dovranno essere rispettate con particolare attenzione per i tubi in acciaio con

rivestimenti bituminosi e per i tubi in materiali fragili (PVC).

Prima della posa, i tubi dovranno essere accatastati e ben fissati, in modo da non costituire pericolo per la viabilità, per le persone o per le cose.

I tubi, specie quelli in materie plastiche, non dovranno essere lasciati a lungo esposti agli agenti atmosferici, restando a totale carico dell'Impresa la sostituzione dei tubi che, per tali motivi, dovessero risultare deteriorati e quindi dovessero essere sostituiti.

Qualora, per cause non dipendenti dall'Impresa, l'accatastamento dovesse protrarsi in modo pericoloso per la buona conservazione dei tubi, le cataste dovranno essere coperte con teli impermeabili ed isolanti dalle radiazioni solari.

Le guarnizioni in elastomero ed i lubrificanti per i giunti dovranno essere conservati fino al momento dell'impiego nei loro contenitori, protette dalla luce solare, da oli e grassi e da sorgenti di calore, preferibilmente in locale chiuso.

#### **64.4 Montaggio delle condotte**

Potrà essere effettuato, in rapporto alle condizioni locali ed alle disposizioni della Direzione dei Lavori, secondo le due modalità di seguito esposte:

a) Montaggio prevalentemente fuori scavo: da adottare di norma in tratti consentiti dalla planimetria del terreno e per lavori di grande produzione, consisterà in:

- formazione di colonne (lunghe 50–500 m) mediante saldatura o montaggio (nel caso di giunto a vite o manicotto) di più elementi previa revisione ed eventuale riparazione dei rivestimenti;
- precollauda ad aria a  $6 \text{ kgf/cm}^2$  e rivestimento delle zone di giunzione degli elementi;
- posa nello scavo, esecuzione delle murature di ancoraggio e di contrasto, del rinterro parziale e prova idraulica di tenuta (per colonne sufficientemente lunghe). Quindi completamento del rinterro con eccezione dei punti di giunzione tra le colonne;
- esecuzione delle giunzioni tra le colonne e quelle relative alle interruzioni per attraversamenti;
- prova idraulica generale, rivestimento delle ulteriori zone di giunzione e completamento del rinterro.

b) Montaggio dello scavo: da adottare di norma su tratti con terreno accidentato o con ostacoli nel sottosuolo e per basse produzioni, consisterà in:

- posa dei singoli tubi previa revisione e riparazione del rivestimento di fabbrica;
- saldatura dei giunti o montaggio, previa esecuzione di idonee nicchie;
- esecuzione del rinterro parziale e delle murature di ancoraggio e di contrasto;
- prova idraulica di tenuta per tratte di 50–500 m, rivestimento delle zone di giunzione e completamento del rinterro.

#### **64.5 Ancoraggi**

Per tutti i tubi a giunti elastici, le deviazioni angolari e le derivazioni dovranno essere ancorate con adeguati blocchi in calcestruzzo, estesi fin contro le pareti dello scavo. Il mancato rispetto di queste precauzioni causerà inevitabilmente spostamenti con perdite da qualche giun-



to e quindi la necessità di ripristinarli a regola d'arte.

Per posa su terreni a forte pendenza, franosi, in zone sismiche o comunque instabili, i tubi ed i relativi pezzi speciali ed accessori idraulici, specie se a giunti elastici, dovranno essere ancorati al suolo, secondo le prescrizioni della Direzione dei Lavori. I blocchi di contrasto saranno generalmente di calcestruzzo e verranno proporzionati alla spinta da sostenere, spinta che sarà funzione della pressione di prova e del diametro della tubazione. La superficie di reazione dei blocchi dovrà essere dimensionata, in modo che il carico unitario trasmesso al terreno non superi il carico di sicurezza ammissibile per lo stesso. Nel caso di curve verticali convesse, l'ancoraggio verrà assicurato da cravatte di acciaio fissate al blocco e protette contro la corrosione. In tutti i casi i giunti della tubazione dovranno risultare accessibili. Le cravatte non dovranno comunque bloccare la tubazione, ma unicamente assorbire la spinta prodotta dalla pressione interna secondo una direzione ben definita.

#### **64.6 Livellette di posa**

Le livellette di posa dovranno essere tenute il più possibile regolari, evitando sia convessità verso l'alto, dove potrebbero formarsi bolle d'aria con conseguente parzializzazione della sezione del tubo, sia convessità verso il basso, dove potrebbero formarsi depositi di inerti.

Tali precauzioni sono particolarmente importanti nelle condotte adduttrici.

Nei casi in cui non si possano evitare tali situazioni, verranno installati sfiati automatici nelle posizioni più alte e scarichi di fondo nelle posizioni più basse e prossime a recapiti (canali, fognature, ecc.) secondo le specifiche disposizioni della Direzione dei Lavori.

Sfiati e scarichi verranno installati in camerette praticabili, dotate di condotte per l'allontanamento delle acque scaricate.

#### **64.7 Attraversamenti**

Negli attraversamenti di strade, corsi d'acqua, ferrovie, ecc., dovranno essere rispettate tutte le leggi e normative vigenti e le prescrizioni particolari degli Enti gestori dei servizi. Negli attraversamenti eseguiti entro tubi di protezione, la condotta idrica dovrà essere staccata dal tubo di protezione sull'intera circonferenza; pertanto, su tutta la lunghezza del condotto, dovranno essere applicati dei distanziatori in nylon, PVC o simili, dello spessore di almeno cm 1; disposti a corona ad una distanza non superiore a m 1.

Prima dell'infilaggio della condotta idrica, il tubo di protezione dovrà essere ben pulito da qualsiasi materiale depositato (terra, sassi, ecc.); nell'infilaggio del condotto dovrà essere posta la massima cura per evitare l'introduzione di sassi o altri materiali estranei.

#### **64.8 Isolamenti termici**

Salvo diverse disposizioni della Direzione dei Lavori, i tubi che, per attraversamenti o altri motivi verranno posati non interrati, dovranno essere isolati termicamente e protetti con le seguenti modalità:

- coppelle isolanti di lana di vetro o di roccia o di polistirolo espanso o similari, dello spessore non inferiore a cm 3, legate con filo di ferro e rete zincata o robusto nastro adesivo di polite-

ne;

- guaina protettiva in lamiera zincata a caldo, spessore minimo mm 1, graffiata o saldata.

Nella esecuzione dei lavori riguardanti la posa delle tubazioni delle condotte primarie l'Impresa dovrà tassativamente mai occupare una fascia superiore di metri 8,00 di larghezza da misurarsi sull'asse della tubazione.

## **64.9 Protezione passiva e attiva contro correnti vaganti e corrosioni elettrochimiche**

### 64.9.1 Protezione catodica

Per garantire la resistenza a corrosione occorre procedere ad una protezione catodica.

L'alimentatore viene scelto in modo che la corrente da erogare non superi il 70 % di quella nominale, allo scopo di poter far fronte ad eventuali maggiori richieste di corrente con una semplice regolazione dell'apparecchiatura (ad es. per estendere ad altre tubazioni la protezione catodica).

Nelle reti di distribuzione allo scopo di ridurre il pericolo di interferenze, avere una protezione meglio distribuita od anche per avere minori consumi totali di energia elettrica, è consigliabile frazionare la corrente di protezione in modo da disperdere in ogni punto non più di 5 A.

Poiché erogando corrente i dispersori si consumano, dopo un certo tempo essi devono essere rinnovati.

Il peso dei dispersori di acciaio può essere calcolato con la seguente formula:

$$P = \frac{I * T * 9,1}{\eta} \quad (1)$$

dove: P è il peso complessivo dell'acciaio (kg)

I è la corrente massima erogata dell'alimentatore (Ampere)

T è la durata richiesta per il dispersore (anni)

9.1 sono i chili di acciaio dissolti da 1 Ampere-anno

$\eta$  è il coefficiente di utilizzazione dell'acciaio.

Se la durata prevista s di 15 anni, la (1) diventa, tenuto conto dei valori di  $\eta$  che si riscontrano in pratica:

$$P = \frac{I * 15 * 9,1}{\eta} \approx 2001 \quad (2)$$

Per avere una bassa resistenza verso terra è consigliabile impiegare profilati di acciaio con un peso di 25/30kg/m.

Per i dispersori di grafite con letto di posa costituito da polverino di carbone il consumo dell'elettrodo è praticamente trascurabile quando la densità di corrente non supera i 10 A/m<sup>2</sup>.

Per gli anodi di lega ferro-silicio si può prevedere un consumo di ca. 0,1 kg/A \* anno con densità di corrente di 10A./m<sup>2</sup>.

Gli impianti con alimentatori hanno i seguenti vantaggi:

- possibilità di ottenere la protezione catodica delle tubazioni sia nel caso di terreni corrosivi che in presenza di correnti vaganti;
- bassi consumi di energia elettrica;
- facilità di regolazione della tensione di uscita e della corrente erogata, mediante spostamento di manopole o ponticelli;
- semplicità di controllo e di manutenzione;
- possibilità di essere dimensionati in modo da erogare correnti molto maggiori di quelle fornite dagli anodi galvanici

### *Impianti con Anodi Galvanici*

Gli anodi galvanici, detti anche reattivi o sacrificali, sono fabbricati con materiali diversi da quelli impiegati per le strutture da proteggere; per le tubazioni di acciaio interrata sono in genere usati leghe di magnesio. Collegando metallicamente una tubazione di acciaio ad un anodo di magnesio si forma una pila galvanica, la cui forza elettromotrice (circa 1 Volt) genera una corrente che circola nel senso anodo-terreno-tubazione-cavo di collegamento-anodo.

Gli anodi sono installati lungo il tracciato della tubazione singolarmente o a gruppi, in genere ad una distanza dalla condotta di 4-6 m e ad una profondità di 1.5-2 m. Sono da evitare i terreni non costantemente umidi per non avere variazioni nell'erogazione di corrente e quindi nello stato di protezione delle tubazioni.

Gli anodi sono normalmente avvolti da una miscela elettrolitica (backfill) allo scopo di rendere uniforme il loro consumo e di diminuire la loro resistenza verso terra ( e di conseguenza aumentare la corrente erogata).

Per misurare il potenziale della tubazione e la corrente erogata dall'anodo è opportuno installare un posto di misura ad ogni anodo. Esso è costituito da una cassetta metallica sostenuta da un paletto di acciaio zincato: entro la cassetta è sistemata una base di materiale isolante che porta i morsetti cui fanno capo i cavi provenienti dall'anodo e dalla tubazione. È opportuno che la cassetta e la base isolante abbiano dimensioni tali da consentire l'inserzione di elementi unificati, come ad esempio resistenze elettriche.

Per stabilire il numero, il peso e la posizione d'interramento degli anodi si può procedere nel modo seguente.

Da una prova di protezione catodica si ricava la variazione media del potenziale  $\Delta V_1$  corrispondente alla corrente impiegata  $I_1$ . Se  $\Delta V_2$  è la variazione media presumibile richiesta per avere in tutti i punti della tubazione un potenziale inferiore a quello di sicurezza, da una semplice proporzione si ricava la corrente totale di protezione  $I_p$  che deve essere erogata dagli anodi:

$$I_p = \frac{\Delta V_2}{\Delta V_1} I_1 \quad (1)$$

Il peso complessivo degli anodi si ricava nella formula:

$$P = \frac{I_p * T * 8760}{1200 * \eta} \quad (2)$$

dove:

P è il peso totale degli anodi di magnesio (kg)

$I_p$  è la corrente ricavata dalla (1) (Ampere)

T è la durata prevista dall'impianto (anni)

8.760 sono le ore in un anno

1.200 sono gli A\*h necessari per consumare 1 kg di magnesio

$\eta$  è coefficiente di Utilizzazione del magnesio.

Per una durata di 10 anni la (2) diventa:

$$P = 100 I_p \quad (3)$$

Affinché l'impianto abbia la durata prevista, il peso dato dalla (3) va suddiviso fra i vari tipi di anodi in funzione della resistività elettrica dei terreni attraversati. A tale scopo si può utilizzare la tabella 3 nella quale sono indicati, il peso degli anodi normalmente impiegati, la composizione della miscela elettrolitica e le correnti che presumibilmente saranno erogate in funzione della resistività elettriche dei terreni

Tabella 3

| Tipo di anodo<br>Kg | Miscela elettrolitica        |                 |                        | Resistività elettrica del terreno<br>$\Omega * cm$ | Corrente erogata<br>m * A |
|---------------------|------------------------------|-----------------|------------------------|--|---------------------------|
|                     | Gesso crudo in polvere<br>Kg | Bentonite<br>Kg | Solfato di sodio<br>Kg |  |                           |
| 4.5                 | 22                           | 6               | 2                      | 5600   | 22                        |
|                     |                              |                 |                        | 2700   | 45                        |
| 8.5                 | 22                           | 6               | 2                      | 1900   | 65                        |
|                     |                              |                 |                        | 1500   | 85                        |
| 17                  | 34                           | 9               | 2.5                    | 1100   | 130                       |
|                     |                              |                 |                        | 800  | 170                       |
| 24                  | 34                           | 9               | 2.5                    | 700  | 210                       |
|                     |                              |                 |                        | 600  | 250                       |

La somma delle correnti presumibilmente erogate non deve essere inferiore alla corrente  $I_p$  data dalla (1).

Per la misura di queste correnti è consigliabile usare un amperometro con una piccola caduta di tensione a fondo scala, ad es. 5 mV.

Qualche giorno dopo la posa degli anodi si misurano i potenziali assunti dalla tubazione e le correnti erogate. Se in qualche zona lo stato di protezione è insufficiente, si installeranno altri anodi tenuti di riserva.

Se la corrente erogata da ciascun anodo (in mA) supera di 10 volte il peso dell'anodo (in kg), la sua durata sarà inferiore ai 10 anni previsti: per ridurre la corrente si può inserire una resistenza elettrica nel posto di misura.

In genere quando le tubazioni da proteggere hanno una notevole lunghezza (diversi chilometri) e le resistività elettriche dei terreni superano i 3.000  $\Omega * cm$  gli anodi di magnesio non so-

no più convenienti e si ricorre, se è disponibile energia elettrica a bassa tensione, ad un impianto con uno o più alimentatori.

In presenza di correnti vaganti od in terreni non costantemente umidi gli impianti con anodi galvanici sono da evitare

#### *Controllo e Manutenzione degli Impianti di Protezione Catodica*

Gli impianti di protezione catodica sono progettati e costruiti per funzionare a lungo senza richiedere operazioni di manutenzione o di sorveglianza particolarmente impegnative. È tuttavia consigliabile effettuare dei controlli periodici sia per seguire nel tempo il regolare funzionamento degli impianti che per rilevare eventuali modifiche nello stato di protezione delle tubazioni (a causa di contatti con altre strutture metalliche, di ampliamenti nel sistema di tubazioni, di danneggiamento dei rivestimenti ecc.).

#### Impianti con Alimentatore

a) Effettuare letture periodiche degli strumenti installati sull'alimentatore e sul contatore dell'energia elettrica e riportare i valori ottenuti in una tabella unitamente all'indicazione del giorno e dell'ora della lettura. La frequenza delle letture è in genere settimanale.

Le variazioni di questi valori dovranno essere contenute nei limiti stabiliti all'atto della messa a punto dell'impianto.

Le più frequenti irregolarità di funzionamento dell'impianto sono le seguenti:

- se l'alimentatore non eroga corrente e la tensione ai morsetti di uscita è nulla, si devono controllare i fusibili sostituendo quelli fuori uso, e la posizione dell'interruttore automatico, che può essere scattato mettendo fuori servizio l'alimentatore;
- se la corrente erogata è nulla e la tensione ai morsetti di uscita è aumentata, il circuito elettrico è interrotto per cui occorre controllare la continuità dei cavi ed i loro collegamenti al dispersore, alla tubazione ed ai morsetti dei posti di misura;
- se la corrente erogata e la tensione ai morsetti di uscita sono rimaste praticamente invariate ed è diminuita la differenza di potenziale tubo/terra, probabilmente è diminuito l'isolamento della tubazione (a causa di sopravvenuti contatti con altre strutture metalliche, cortocircuiti dei giunti isolanti ecc.); si dovrà pertanto misurare di nuovo la resistenza media trasversale dalla tubazioni e ricercare eventuali cause localizzate di scarso isolamento.

Se l'impianto non riprende a funzionare regolarmente dopo aver effettuato le suddette operazioni oppure se si presentano casi diversi da quelli sopra indicati, ulteriori prove devono essere eseguite da un tecnico specializzato.

b) Misurare ogni semestre i potenziali tubo/terra in punti prestabiliti lungo le tubazioni; nel caso che in qualche tratto non si riscontrino più le condizioni iniziali di protezione, misurare di nuovo la resistenza media trasversale delle tubazioni, ricercare eventuali cause localizzate di scarso isolamento ed effettuare, se necessario, una nuova regolazione dell'impianto.

c) Una volta all'anno pulire le viti di connessione dei cavi (sui posti di misura dell'alimentatore, del dispersore anodico, dei giunti isolanti ecc.), controllarne il serraggio e proteggerle con grasso inerte; verificare il livello dell'olio nel contenitore; tarare gli strumenti incorporati nell'alimentatore con strumenti campione; confrontare i valori dei potenziali tubo/terra riferito

all'elettrodo fisso con quelli riferiti ad un elettrodo posto in superficie e tener conto di eventuali differenze; controllare l'efficienza dai giunti isolanti.

d) Al termine della durata prevista per il dispersore provvedere al suo completo rinnovo.

Impianti con Anodi Galvanici

a) Una volta all'anno misurare, in punti prestabiliti lungo le tubazioni, i potenziali tubo/terra e le correnti erogate dagli anodi e riportare i valori ottenuti in una tabella unitamente all'indicazione del giorno della misura; nel caso che in qualche tratto non si riscontrino più le condizioni iniziali di protezione, misurare di nuovo la resistenza media trasversale delle tubazioni, ricercare eventuali cause localizzate di scarso isolamento ed installare, se necessario, qualche altro anodo nei punti in cui il potenziale tubo/terra non è più quello di sicurezza.

#### 64.9.2 Altri metodi di Protezione

Per la resistenza alla corrosione dei tubi in acciaio è fondamentale mantenere perfettamente integri i rivestimenti protettivi ed evitare qualsiasi contatto diretto con altre strutture metalliche. Pertanto nella movimentazione e nella posa di tali tubi dovranno essere rispettate le prescrizioni elencate nelle prescrizioni generali per la movimentazione e la posa dei tubi e quelle che seguono:

##### 64.9.3 ripristino delle interruzioni e delle rotture del rivestimento protettivo

La continuità dei rivestimenti protettivi non dovrà essere interrotta per alcun motivo; anche in corrispondenza di passamuri di camerette il rivestimento dovrà essere integro per tutto lo spessore del muro, così da non creare masse contro terra.

Qualunque interruzione dei rivestimenti per giunzioni, saldature, pezzi speciali, ammaccature e strappi dovrà essere accuratamente riparata. I tratti scoperti del rivestimento dovranno essere spazzolati e puliti da ruggine, tracce di umidità, scorie di saldatura ed altro materiale.

Sul tratto così preparato, per i tubi con rivestimento in vetroflex e bitume, dovrà essere applicato un sottile strato di catramina e successivamente tutta la parte interessata dovrà essere avvolta con doppia fasciatura di tessuto di vetroflex imbevuto di catrame bollente. La fasciatura così applicata dovrà rimontare per almeno 10 cm il rivestimento esistente e avere uno spessore minimo di 1,5 volte lo spessore del rivestimento originale.

Dopo un'interruzione dovuta a cattivo tempo o altro motivo, le parti di tubazioni già catramate dovranno essere nuovamente ispezionate e, se necessario, ripulite per depositare un nuovo strato di catramina prima della fasciatura con vetroflex e bitume.

La parte del tubo catramato non dovrà appoggiare sul terreno ma rimanere su appositi sostegni, per consentire la fasciatura con catrame e vetroflex.

Il catrame dovrà essere scaldato in apposita caldaia e mantenuto alla temperatura più adatta per l'applicazione, opportunamente mescolato per evitare surriscaldamenti.

Catrame scaldato a temperatura eccessiva che avesse perso le proprietà originali non dovrà essere impiegato.

E' consentito all'Impresa, per particolari necessità dei lavori, usare in sostituzione del vetroflex, fasce paraffinate autoadesive.

La Direzione dei Lavori ha facoltà di ordinare un'ulteriore fasciatura per determinati tronchi e l'Impresa sarà tenuta a provvedervi a perfetta regola d'arte, intendendosi l'operazione compensata nel prezzo per la posa dei tubi sino ad uno sviluppo lineare massimo pari al 2% dell'intero sviluppo della condotta.

Per i tubi rivestiti con materiali plastici o di altro tipo, i ripristini di eventuali interruzioni o rotture del rivestimento dovranno essere eseguiti con i materiali e secondo le istruzioni date caso per caso dalla Ditta fornitrice dei tubi.

#### 64.9.4 Attraversamenti

Negli attraversamenti di strade, corsi d'acqua ed in special modo di ferrovie, fatti entro tubi di protezione; la condotta dovrà essere completamente isolata dal tubo di protezione, pertanto per tutta la lunghezza del condotto dovranno essere applicati dei distanziatori isolanti in nylon o PVC dello spessore di almeno 1 cm disposti a corona ad una distanza non superiore a 1 metro.

In casi eccezionali o dove altre cause non lo impediscono, in sostituzione dei distanziatori, potranno essere avvolte intorno al tubo principale delle fasce di vetroflex imbevute con catrame bollente sino a formare uno spessore di almeno 2 cm.

La massima cura dovrà essere posta nell'infilare la condotta principale dentro il tubo di protezione, per evitare la formazione di contatti diretti fra parti metalliche e l'introduzione di sassi o altro materiale. Si dovrà curare anche un perfetto isolamento della condotta nei punti di ingresso e uscita dal tubo guaina, se del caso disponendo dei basamenti in corrispondenza agli imbocchi del tubo.

#### 64.9.5 Incroci e parallelismi con altre strutture interrato

La condotta non dovrà per nessun motivo toccare od appoggiarsi su strutture metalliche interrate preesistenti. In un incrocio la distanza minima fra la condotta e la struttura dovrà essere di almeno 30 cm.

Nel caso eccezionale e di assoluta necessità che la distanza dovesse essere ridotta, è indispensabile applicare alla condotta dei distanziatori isolanti del tipo usato per gli attraversamenti o racchiuderla in tubi di protezione di materiale dielettrico.

Nei parallelismi la distanza minima da rispetto fra le due strutture dovrà essere non inferiore a 40 cm. In vicinanza di ferrovie questa distanza dovrà essere non inferiore a m 1.

#### 64.9.6 Giunti dielettrici

Su tutti i collegamenti con le condotte metalliche preesistenti e nelle altre posizioni che verranno prescritte dalla Direzione dei Lavori dovranno essere inseriti dei giunti dielettrici.

#### 64.9.7 Prescrizioni per l'inserimento di elementi flangiati

Nelle condotte destinate ad essere dotate di protezione catodica attiva, per la quale è indispensabile una buona continuità elettrica, tutti gli elementi flangiati inseriti nella condotta dovranno essere bypassati con una barretta in acciaio zincato a caldo, almeno del diametro di 12 mm, ben fasciata con nastro isolante. La barretta avrà teste appiattite e forate, che verranno inserite verso l'esterno di due bulloni, in modo da avere un buon contatto metallico. Se si trat-

ta di elemento interrato, il tutto andrà ben isolato dal terreno.

Per una efficace protezione passiva si dovrà comunque provvedere in linea preliminare e generale, ad un accurato studio e controllo del tracciato delle condotte in progetto, in modo da evitare, per quanto possibile, terreni con alta corrosività specifica ed inoltre parallelismi ravvicinati ed incroci con ferrovie e vie elettrificate a c.c. o, ancora, con tubazioni protette catodicamente. In secondo luogo, in fase esecutiva dei lavori, si dovrà provvedere ad eliminare ogni soluzione di continuità nei rivestimenti, intervenendo accuratamente nelle zone di giunzione dei tubi o su tutte le parti nude a diretto contatto con il terreno quali saracinesche tipo sottosuolo, staffe, collari, flange, pezzi speciali, gruppi di prova o di manovra. Infine si dovrà provvedere alla installazione di giunti isolanti anche in punti opportuni delle condotte, individuati a mezzo di apposito studio che l'Appaltatore sarà tenuto a predisporre, allo scopo di regolare le correnti vaganti e le eventuali correnti di protezione.

Tutti gli organi di intercettazione e di manovra quali saracinesche, scarichi, valvole, sfiati, se previsti privi di rivestimento, dovranno essere collocati in camerette accessibili ed ispezionabili, drenate dalle acque di infiltrazione. I tubi guaina dovranno essere a tenuta, muniti di sfiato e dovranno sostenere la condotta con la interposizione di distanziatori di materiale isolante. Le condotte aeree dovranno essere isolate dai supporti a mezzo di lastre o guaine di materiale dielettrico tipo gomma telata o PVC interposte fra le condotte stesse e le sellette di appoggio od i collari in lamiera.

La protezione attiva (catodica) dovrà essere realizzata ogni qualvolta non fossero ritenuti sufficienti i rivestimenti protettivi, anche se di tipo pesante o speciale, per la presenza di correnti vaganti o per la natura particolarmente aggressiva dei terreni di posa. La necessità della protezione catodica e le caratteristiche da assegnare alla stessa, se non diversamente disposto, verranno stabilite in base ad opportuni rilievi ed indagini elettriche, atte ad indirizzare nella scelta del tipo di impianto ed al suo dimensionamento, che l'Appaltatore sarà tenuto ad effettuare, anche a mezzo di Ditta specializzata, a propria cura e spese.

La protezione catodica sarà ottenuta inviando, attraverso un apposito circuito elettrico ausiliario, una corrente dal terreno alla tubazione, di senso contrario a quello delle correnti di corrosione, mediante gruppi di alimentazione od anodi reattivi. Ogni gruppo di alimentazione sarà costituito da un alimentatore, un dispersore anodico e dai rispettivi posti di misura.

Gli anodi reattivi saranno normalmente costituiti di leghe a base di magnesio e saranno impiegati per condotte di limitato sviluppo e solo nel caso in cui queste non fossero interessate da correnti vaganti ed attraversassero terreni di bassa resistività elettrica media.

Gli anodi saranno distribuiti lungo il tracciato delle tubazioni ed interrati alla distanza di alcuni metri ad una profondità di 1,5–2,0 m; saranno collegati alla tubazione mediante cavi di rame interrato e contatteranno il terreno attraverso un'idonea miscela elettrolitica. In corrispondenza degli anodi dovranno essere costruiti appositi pozzetti onde permettere l'ispezione e la periodica sostituzione degli anodi stessi.

Per il trattamento di protezione catodica le tubazioni dovranno presentare un'altra conduttività elettrica longitudinale; si dovranno pertanto adottare giunzioni per saldatura od a vite e mani-



cotto e cavallottare gli organi di manovra, inseriti con flange, con conduttori di rame isolato.

#### 64.9.8 Collaudo elettrico

L'isolamento elettrico dal terreno e dagli altri servizi metallici interrati dei tubi a giunti saldati, sarà verificato dalla Direzione dei Lavori mediante collaudo elettrico della condotta.

Il collaudo verrà effettuato almeno 10 giorni dopo il reinterro, su tronchi di condotta disconnessi elettricamente dalle altre tubazioni mediante giunti dielettrici.

La prova si svolgerà secondo le seguenti modalità.

Nella condotta verrà immessa corrente continua e si misureranno in alcuni punti le variazioni del potenziale tubo-terra fra condizione naturale e dopo immissione di corrente.

La resistenza di terra del tubo è data da:

$$R \text{ (ohm)} = V/I$$

dove:

V = differenza media di potenziale tubo-terra in Volt

I = corrente immessa in Amp.

La resistenza specifica di terra della condotta è data dal prodotto R per la superficie esterna della tubazione in esame, in mq.

Tale resistenza specifica non dovrà essere inferiore a 100 ohm x mq.

Se la prova avrà esito negativo, l'Impresa Appaltatrice dovrà provvedere a ricercare e rimuovere le cause dell'insufficiente isolamento elettrico; si procederà quindi ad un nuovo collaudo con le stesse modalità suddette.

#### **64.10 Tubazioni in conglomerato cementizio armato turbocentrifugato**

Si definiscono tubi in conglomerato cementizio armato turbocentrifugato, i tubi realizzati con macchine a compressione radiale, aventi un'armatura costituita da tondino di acciaio avvolto secondo un'elica e da generatrici rettilinee saldate elettricamente a intervalli regolari.

I tubi dovranno essere fabbricati da ditta specializzata in stabilimento debitamente attrezzato. Il dosaggio degli inerti con il cemento e l'acqua, dovrà avvenire in apposite centrali dotate di mescolatori a regime forzato con contalitri e dispositivi di pesatura, in modo da garantire una costante omogeneità degli impasti.

Successivamente il calcestruzzo verrà costipato contro le pareti interne di una cassaforma metallica cilindrica mantenuta con l'asse verticale da un corpo cilindrico rotante (mandrino) di diametro esterno uguale al diametro interno del tubo da produrre. Il mandrino, provvisto di rulli pressatori ad asse verticale, eserciterà sul materiale una vera e propria azione di rullatura che determinerà contemporaneamente la costipazione e la finitura della superficie interna del manufatto. La stagionatura potrà avvenire collocando i tubi in posizione verticale, con continua aspersione di acqua per un periodo di tempo non inferiore a due giorni oppure con trattamento a vapore.

Per quanto riguarda le prescrizioni costruttive si osserverà quanto segue:

Cemento: pozzolonico 425 o d'alto forno o Portland 425 additivato con "ceneri volanti"

Dosaggio: quintali non inferiore a 4.00 per metro cubo di inerte

Inerti: dovranno essere perfettamente separati in almeno tre classi granulometriche:  
- fino a 3 mm  
- da 3 a 7 mm  
- oltre i 7 mm.

La grandezza dei granuli non potrà superare i 20 mm come massimo.

Acqua: dovrà essere limpida, non contenente acidi o basi e possibilmente potabile.

Altri materiali:

L'Amministrazione appaltante si riserva la facoltà di vietare l'uso di additivi che a suo insindacabile giudizio ritenesse dannosi o a chiederne la modifica del dosaggio. In particolare sarà vietato l'uso di cloruro di calcio in misura superiore al 2% sul peso del cemento, allo scopo di evitare la corrosione delle armature metalliche. L'armatura sarà costituita da tondino di acciaio con carico di rottura superiore a 50 Kg/mm<sup>2</sup>, stirato a freddo, avvolto in semplice o doppia spirale, saldando elettricamente agli anelli le barre longitudinali in numero e diametro sufficienti a costruire una gabbia robusta, non soggetta a deformarsi durante la fabbricazione del tubo. Il numero, il diametro e la disposizione delle spire e delle generatrici sono lasciati alla scelta del fabbricante. In via di massima, la sezione complessiva delle spirali non dovrà essere inferiore ai 4/1000 della sezione longitudinale del calcestruzzo. Il passo delle spirali non superiore ai 15 cm, la distanza delle generatrici non dovrà superare 2 volte lo spessore del tubo. Per tubi aventi spessore non superiore a cm 12, l'armatura sarà di regola costituita da una semplice gabbia, per tubi di spessore superiore, si potrà adottare una doppia gabbia disposta in modo da assicurare ai tondini un ricoprimento effettivo minimo di 1.5 cm collocando preferibilmente i ferri dell'armatura longitudinale all'interno delle armature trasversali. Sulla posizione delle armature è ammessa una tolleranza di + 0.5 cm, purché sia sempre assicurato il copriferro minimo di cm 1.5. Il ferro da impiegarsi per la formazione delle armature deve essere conforme alle norme vigenti per l'esecuzione delle opere in cemento armato e sottoposto alle prove di qualità previste dalle norme stesse. Gli ingredienti degli impasti dovranno essere misurati con precisione, il cemento sarà misurato in peso, gli inerti preferibilmente in peso, l'acqua in peso od in volume. Il rapporto acqua-cemento dovrà essere oggetto di controllo con le modalità più indicate per il procedimento di fabbricazione impiegato, tenendo conto anche della umidità degli inerti. Il mescolamento dell'impasto verrà fatto con macchina di tipo appropriato, per un tempo non inferiore a 3 minuti primi. La qualità del conglomerato si dovrà controllare sistematicamente su provini appositamente preparati almeno ogni 50 mc di impasto, e comunque con frequenza non minore di una serie di prove ogni sette giorni. Per ogni serie di prove verranno confezionati 4 provini cubici, spigolo cm 10 e 4 travetti parallelepipedi, dimensioni 10x10x 40 cm; i provini verranno confezionati con lo stesso impasto dei tubi, curando di riprodurre in essi lo stesso rapporto acqua-cemento ottenuto nei manufatti, e stagionati naturalmente in sabbia umida. I cubi verranno rotti a schiacciamento ed i travetti a flessione, sotto momento costante, deducendone la sollecitazione unitaria di rottura nell'ipotesi di asse neutro centrale e conservazione delle sezioni piane, le prove di rottura verranno eseguite a 7 e a 28 giorni di stagionatura. Sono prescritti i seguenti limiti minimi per le resistenze in

Kg/cm<sup>2</sup> determinate come media dei 3 risultati migliori:

- resistenza unitaria    7 gg.    250  
  a compressione        28 gg.    450
- resistenza unitaria    7 gg.    40  
  a flessione            28 gg.    55.

Per i tubi secondo le presenti norme è tassativamente prescritto l'impiego di giunti a bicchiere con materiale di tenuta costituito da un anello di gomma. Il disegno del giunto, le dimensioni e relative tolleranze saranno stabilite dal fabbricante e da questi dichiarate in modo impegnativo in vista del controllo di produzione. Il disegno del giunto sarà sviluppato nel rispetto delle seguenti prescrizioni:

- il bicchiere avrà spessore e lunghezza sufficiente a garantire la tenuta del giunto anche nel caso che si verificasse una angolazione tra gli assi dei tubi adiacenti, contenuta entro i seguenti limiti
- |      |                                 |
|------|---------------------------------|
| 2    | per DN compreso tra 50 e 100 cm |
| 1,30 | per DN maggiore di 100 cm       |

Il giunto di tenuta in gomma sarà del tipo fisso annegato nel calcestruzzo con battuta su maschio e femmina a pressione

L'elastomero, costituente la guarnizione, deve essere ad altissima resistenza chimica, anti-invecchiante.

Le superfici dei tubi interessanti la giunzione devono essere perfettamente lisce, prive di asperità, irregolarità, incisioni, e simili difetti, a tal fine è consentito un ritocco delle superfici stesse, purché localizzato, sporadico, ed eseguito con materiali d'apporto di provata efficacia, è inoltre prescritto che le prove di impermeabilità e di rottura siano eseguite con attrezzature che consentono di collaudare anche la tenuta e la resistenza del giunto.

I tubi dovranno avere una lunghezza utile non inferiore a 4 m per diametri inferiori o uguali a 1000 mm, e lunghezza utile non inferiore a 2.3 m per diametri superiori.

- tolleranza nella lunghezza utile non superiore al 1.5% (in difetto)
- tolleranza nello spessore non superiore al 6% (in difetto)
- tolleranza nel diametro interno + 1%.

I tubi dovranno riportare in modo indelebile, sulla parte esterna, i seguenti dati:

- a - nome del costruttore o marchio di fabbrica
- b - diametro nominale
- c - anno e mese di fabbricazione.

#### **64.11 Tubazioni in acciaio**

I tubi in acciaio per condotte dovranno essere in acciaio certificato EN 10204.3.1 saldato elicoidalmente SAW e longitudinalmente ERW secondo le indicazioni della voce di Elenco Prezzi, conformi a quanto previsto dalle norme UNI 6363/84 e UNI EN 10224 con rivestimento interno anticorrosivo in resine epossidiche bicomponenti, spessore 250 micron, corredato di certificazione di idoneità al contatto con liquidi alimentari, secondo la Circolare n. 102

Min. Sanità e D.M. 174 del 6 aprile 2004, applicate previa sabbiatura SA 2.5 della sup. interna delle tubazioni; con rivestimento esterno in resine poliuretatiche sp. 1000 micron, secondo Norme UNI EN 10290, completi di manicotti di polietilene termoretraibile per il ripristino del rivestimento esterno in corrispondenza delle saldature di giunzione.

I tubi dovranno avere superfici interne ed esterne praticamente lisce. Potranno essere tollerati locali aumenti o diminuzioni di spessore, striature longitudinali e superficiali proprie del processo di lavorazione, purché lo spessore rimanga compreso in ogni punto entro i limiti di tolleranza stabiliti e non sia di pregiudizio per l'impiego del tubo.

I tubi dovranno avere sezione circolare entro i limiti di tolleranza e dovranno risultare diritti a vista.

Le estremità sia lisce che sagomate dovranno essere tagliate con mezzi adeguati in modo che non lascino sbavature.

Tutti i tubi dovranno risultare provati in officina; l'Appaltatore dovrà documentare l'esito delle verifiche e delle prove mediante dichiarazione del fabbricante.

La Direzione dei Lavori potrà ordinare, prima del collocamento in opera, le seguenti prove, senza alcun pregiudizio delle altre prove previste dal presente disciplinare:

- 1) verifica delle tolleranze dimensionali, da eseguire sul 10% del quantitativo dei tubi relativo a ciascuna dimensione;
- 2) verifica idraulica, da eseguire su tubi grezzi con spessore normale e sul 10% del quantitativo dei tubi relativo a ciascuna dimensione; la prova idraulica avrà valore solo per il tubo e non per la giunzione.

Nella costruzione delle tubazioni dovranno anche essere rispettate le norme della Circolare n. 2136 in data 05.05.1966 del Ministero dei Lavori Pubblici - Presidenza del Consiglio Superiore - Servizio Tecnico Centrale "Istruzioni sull'impiego delle tubazioni in acciaio saldato nella costruzione di acquedotti" e quelle di cui al Decreto del Ministero dei LL.PP. in data 12.12.1985.

Per le condizioni tecniche generali di fornitura si farà riferimento alla norma UNI EU 21. I tubi dovranno essere costituiti da acciaio non legato e corrispondere alla normativa generale di unificazione di seguito riportata:

UNI 663-68 - Tubi senza saldatura di acciaio non legato - Tubi lisci per usi generici - Qualità, prescrizioni e prove (sostituita in parte da UNI 7287-74)

UNI 7091-72 - Tubi saldati di acciaio non legato - Tubi lisci per usi generici (sostituita in parte da UNI 7288-74)

UNI 7287-74 - Tubi con estremità lisce, senza saldatura, di acciaio non legato senza prescrizioni di qualità

UNI 7288-74 - Tubi con estremità lisce, saldati, di acciaio non legato senza prescrizioni di qualità.

Per la classificazione, i tubi senza saldatura UNI 663-68 ed UNI 7287-74 verranno distinti, secondo il tipo di materiale, il grado di precisione della lavorazione ed i particolari requisiti chimico-meccanici, nelle seguenti categorie:

- 1) Tubi senza prescrizioni di qualità (ex commerciali: acciaio fe 33)
- 2) Tubi di classe normale (acciai: Fe 35-1; Fe 45-1; Fe 55-1; Fe 52-1)
- 3) Tubi di classe superiore (acciai: Fe 35-2; Fe 45-2; Fe 55-2; Fe 52-2).

Analogamente, i tubi saldati UNI 7091-72 ed UNI 7288-74 verranno distinti nelle stesse categorie delle quali, la prima, prevede tubi fabbricati con acciaio tipo Fe 33 UNI 7288-74, la seconda e la terza, tubi con acciaio tipo Fe 34, Fe 37, Fe 42 e Fe 52 UNI7092-72.

I tubi dovranno risultare ragionevolmente diritti a vista e presentare sezione circolare entro le tolleranze prescritte; saranno privi di difetti superficiali (interni ed esterni) che possano pregiudicarne l'impiego: nel caso, è ammessa la loro eliminazione purché lo spessore non scenda sotto il minimo prescritto.

I tubi ed i relativi pezzi speciali dovranno avere la superficie interna ed esterna protetta con rivestimenti appropriati e specificati in Elenco. Tali rivestimenti saranno del tipo:

- a) Zincato: effettuato con zinco ZN A 98, 25 UNI 2013 secondo le prescrizioni della norma UNI 5745;
- b) Bituminoso esterno tipo "normale": costituito da una leggera pellicola di bitume ed uno strato protettivo isolante, di adeguato spessore, di miscela bituminosa armata con doppio strato di vetro impregnato con la stessa miscela;
- c) Bituminoso esterno tipo "pesante": costituito come in precedenza ma armato con uno strato di feltro e l'altro di tessuto di vetro;
- d) Bituminoso interno: costituito da semplice bitumatura o da rivestimento a spessore con pellicola di bitume e strato di miscela;
- e) Interno ed esterno in resina: costituito da resine di vario tipo, in diverso spessore ed ordinariamente polietilene per esterno ed interno e resina epossidica per l'interno;
- f) Speciale: specificato in Elenco Prezzi o prescritto dalla Direzione Lavori e studiato in rapporto alle particolari esigenze d'impiego.

In ogni caso, qualunque fosse il tipo di rivestimento, questo dovrà risultare omogeneo, continuo, ben aderente ed impermeabile.

#### **64.12 Norme particolari per la posa delle tubazioni in acciaio**

Le tubazioni metalliche avranno un rivestimento bituminoso sia interno che esterno.

Saranno inoltre rivestite all'esterno di uno strato bene aderente, continuo ed uniforme di una speciale miscela bituminosa protetta a sua volta da una fasciatura elicoidale di adatta resistenza, impegnata e colata con la stessa miscela bituminosa.

A seconda della natura del terreno ed in presenza di particolari condizioni che richiedono una elevata resistenza alla corrosione od una notevole resistenza meccanica del rivestimento, la suddetta fasciatura dovrà essere raddoppiata o sostituita con un rivestimento fibro-cementizio di congruo spessore (3 o 8 mm a seconda del diametro dei tubi).

Per esigenze particolari di isolamento termico verrà adottato il rivestimento tipo "vetroflex".

Quando le esigenze del terreno lo impongono potranno essere richiesti dalla Direzione dei Lavori rivestimenti di tipo speciale da studiare e stabilire di volta in volta in relazione alle ef-

fettive esigenze di impiego.

Sulla superficie esterna lisciata dalle fasciature dovrà essere spalmata una mano di calce.

In caso di particolare aggressività dell'acqua potrà essere richiesto, per il rivestimento interno, un secondo strato di bitume di spessore adeguato con superficie liscia, o speculare, applicato mediante centrifugazione.

La Direzione dei Lavori ha la facoltà di far sostituire i tubi il cui rivestimento presentasse abrasioni, fessurazioni, ecc.

Le giunzioni dei tubi saranno dei seguenti tipi:

- a) giunto a flangia;
- b) giunto saldato a sovrapposizione o testa a testa.

#### 64.12.1 Giunto a flangia

Il giunto a flangia verrà usato in corrispondenza di eventuali apparecchi inseriti nella tubazione e dovrà risultare contenuto in appositi pozzetti in modo di avere facilità di ispezione ed esclusione di contatto con il terreno.

#### 64.12.2 Giunzioni Saldate

I principali tipi di giunti saldati più in uso nelle tubazioni per acquedotti e condotte in genere sono:

- giunto a sovrapposizione
- giunto di testa

##### *Giunto a sovrapposizione*

Appartengono a questo tipo i giunti a bicchiere cilindrico, sferico e sferico con camera d'aria. Di questi il giunto sferico è particolarmente adatto su tracciati movimentati in quanto consente di realizzare, all'atto del montaggio, deviazioni fino a 5°. Per quanto riguarda l'esecuzione della saldatura, mentre per i tipi cilindrico e sferico non sono necessari particolari accorgimenti, per il tipo sferico con camera d'aria, allo scopo di mantenere l'efficacia della protezione interna realizzata con rivestimento bituminoso interno a spessore, occorre operare come segue:

- accoppiare i tubi in asse, limitando, quindi al minimo le deviazioni angolari in modo che la saldatura avvenga nella zona di massima efficienza;
- per l'esecuzione delle varie passate di saldatura è necessario impiegare elettrodi di piccolo diametro ed intensità di corrente piuttosto bassa;
- fasciare, sia a monte che a valle del giunto nelle vicinanze della saldatura, con nastro di feltro imbevuto d'acqua;
- durante la saldatura è opportuno bagnare questi feltri in modo da dissipare più calore possibile.

Nella tabella sotto riportata sono indicati alcuni elementi per l'esecuzione della saldatura dei giunti di tubi di spessore normale, con numero di passate, calibro e consumo di elettrodi e tempi approssimativi di saldatura

| DIMENSIONE DEI TUBI |          | Tipo di giunto<br>a bicchiere | Passate n° | N. dei giunti<br>in ore (**) | ELETTRODI (*) |  |
|---------------------|----------|-------------------------------|------------|------------------------------|---------------|--|
| DN                  | Sp. (mm) |                               |            |                              | Diam. (mm)    | N.   |
| 40                  | 2.6      | Cilindrico                    | 2          | 30                           | 3.25          | 4  |
| 50                  | 2.9      |                               | 2          | 28                           | 3.25          | 4  |
| 65                  | 2.9      |                               | 2          | 26                           | 3.25          | 4  |
| 80                  | 3.2      |                               | 2          | 24                           | 3.25          | 5  |
| 100                 | 3.6      |                               | 2          | 24                           | 3.25          | 7  |
| 125                 | 4        |                               | 2          | 22                           | 3.25          | 7  |
| 150                 | 4        |                               | 2          | 20                           | 3.25          | 8  |
| 200                 | 5        |                               | 3          | 14                           |               | 11   |
| 250                 | 5.6      |                               | 3          | 12                           |               | 16   |
| 300                 | 5.9      |                               | 3          | 10                           |               | 18   |
| 350                 | 6.3      |                               | 3          | 9                            |               | 22   |
| 400                 | 6.3      |                               | 3          | 8                            |               | 25   |
| 450                 | 6.3      |                               | 3          | 8                            |               | 28   |
| 500                 | 6.3      |                               | Sferico    | 3                            | 7             | 3.25 per la prima passata<br>4 per le successive |
| 550                 | 6.3      | 3                             |            | 6                            | 35            |  |
| 600                 | 6.3      | 3                             |            | 6                            | 38            |  |
| 650                 | 7.1      | 3                             |            | 5                            | 40            |  |
| 700                 | 7.1      | 3                             |            | 4                            | 42            |  |
| 750                 | 7.1      | 3                             |            | 4                            | 46            |  |
| 800                 | 7.1      | 3                             |            | 3                            | 50            |  |
| 850                 | 8        | 3                             |            | 3                            | 55            |  |
| 900                 | 8.8      | 3                             |            | 3                            | 60            |  |

(\*) Lunghezza degli elettrodi 350mm.

(\*\*) Il numero dei giunti in 8 ore si riferisce a produzioni ottenute su condotte costruite in pianura su zone extraurbane e presuppongono una buona resa da parte del saldatore

#### *Giunto con saldatura di testa*

Nelle giunzioni con saldatura di testa le estremità dei tubi debbono essere preparate come segue:

- a lembi retti
- a lembi smussati

La preparazione varia con lo spessore dei tubi secondo i seguenti valori:

estremità dei tubi per condotte d'acqua con  $s < 3.2$  mm e per tubi filettati: estremità con taglio perpendicolare all'asse longitudinale e accostamento pari a 2mm;

estremità dei tubi per condotte d'acqua con  $s > 3.2$  mm: estremità con taglio inclinato a  $30^\circ + 5^\circ/0$  all'asse longitudinale e accostamento pari a 2mm;

Nella tabella sotto riportata sono indicati alcuni elementi per la saldatura dei tubi di spessore normale, con numero di passate, calibro e consumo di elettrodi e tempi approssimativi di saldatura

| DIMENSIONE DEI TUBI |          |            | ELETTRODI (*)                |                |                |    |
|---------------------|----------|------------|------------------------------|----------------|----------------|----|
| DN                  | Sp. (mm) | Passate n° | N. dei giunti<br>in ore (**) | Diam. (mm)     |                | N. |
|                     |          |            |                              | 1 <sup>a</sup> | 2 <sup>a</sup> |    |
| 80                  | 3.2      | 2          | 26                           |                |                | 8  |
| 100                 | 3.6      | 2          | 22                           |                |                | 10 |
| 125                 | 4        | 2          | 18                           | 2.5            | 3.25           | 13 |
| 150                 | 4        | 2          | 16                           |                |                | 15 |
| 200                 | 5        | 3          | 13                           |                |                | 19 |
| 250                 | 5.6      | 3          | 10                           |                |                | 23 |
| 300                 | 5.9      | 3          | 8                            |                |                | 29 |
| 350                 | 6.3      | 3          | 7                            |                |                | 33 |
| 400                 | 6.3      | 3          | 7                            |                |                | 38 |
| 450                 | 6.3      | 3          | 6                            |                |                | 42 |
| 500                 | 6.3      | 3          | 5                            |                |                | 47 |
| 550                 | 6.3      | 3          | 5                            | 3.25           | 4              | 52 |
| 600                 | 6.3      | 3          | 4                            |                |                | 56 |
| 650                 | 7.1      | 4          | 4                            |                |                | 62 |
| 700                 | 7.1      | 4          | 3.5                          |                |                | 67 |
| 750                 | 7.1      | 4          | 3                            |                |                | 71 |
| 800                 | 7.1      | 4          | 3                            |                |                | 75 |
| 850                 | 8        | 4          | 2.5                          |                |                | 80 |
| 900                 | 8.8      | 4          | 2.5                          |                |                | 85 |

(\*) Lunghezza degli elettrodi 350mm.

(\*\*) Il numero dei giunti in 8 ore si riferisce a produzioni ottenute su condotte costruite in pianura su zone extraurbane e presuppongono una buona resa da parte del saldatore

#### 64.12.3 Esecuzione delle giunzioni

Le presenti note hanno lo scopo di formulare le principali prescrizioni e raccomandazioni che sono da ritenersi necessarie per una corretta esecuzione delle giunzioni circonferenziali mediante saldatura dei tubi in acciaio destinati a condotte d'acqua e limitatamente a spessori fino a 20 mm.

##### *Qualità delle saldature*

La qualità di esecuzione dei giunti saldati per tubazioni convoglianti acqua per tutte le condizioni di posa (esterna, interrata, in terreno libero, su strade, entro abitati, per i servizi di impianti industriali, ecc.) deve assicurare, oltre alla tenuta idraulica, l'efficienza nelle normali condizioni di collaudo e di esercizio.

Si richiedono perciò:

- Materiale base atto ad essere saldato con il procedimento adottato,
- Materiale d'apporto con caratteristiche meccaniche adeguate a quelle del materiale base,
- Procedimento di saldatura appropriato,
- Preparazione, esecuzione e controlli della saldatura adeguati al procedimento adottato ed alla importanza della condotta,
- Saldatori qualificati per il procedimento adottato



### *Procedimenti*

La realizzazione dei giunti saldati in cantiere sarà ottenuta, di norma, per fusione ed apporto d'acciaio al carbonio, o a bassa lega, normalmente con saldatura manuale all'arco elettrico con elettrodi rivestiti.

Nel caso di tubazioni con spessore piccolo (<3.2 mm) e piccolo diametro (<80 mm) può essere consigliato il procedimento al cannello ossiacetilenico; possono essere naturalmente adottati anche altri procedimenti di saldatura, purché concordati con la Direzione Lavori.

### *Saldatura con elettrodi rivestiti*

La saldatura con elettrodi rivestiti può essere eseguita nei due procedimenti:

Discendente:

- a) Nel caso di giunti a sovrapposizione potranno essere usati sia elettrodi a rivestimento cellulosico sia elettrodi a rivestimento rutilcellulosico, non è consigliabile eseguire la prima passata con procedimento ascendente;
- b) Nel caso di giunti testa a testa la prima passata sarà eseguita preferibilmente con elettrodi a rivestimento cellulosico; le passate successive possono essere eseguite sia con elettrodi di tale tipo sia con quelli di tipo rutilcellulosico.

Ascendente:

- a) Nel caso di giunti a sovrapposizione potranno essere impiegati gli elettrodi predetti;
- b) Nel caso di giunti testa a testa la prima passata sarà eseguita con elettrodi a rivestimento cellulosico; le passate successive possono essere eseguite sia con elettrodi di tale tipo sia con quelli di tipo basico o rutilcellulosico;
- c) Nel caso di tubazioni con spessori sottili (<5 mm) e di modesta importanza, si potranno usare oltre agli elettrodi cellulosici, elettrodi al rutile sia per la prima che per la seconda passata.

### *Attrezzature*

Le saldatrici, le motosaldatrici, le linee elettriche di collegamento e gli accessori relativi dovranno essere mantenuti durante tutta la durata del lavoro in condizioni tali da assicurare la corretta esecuzione e la continuità del lavoro, nonché la sicurezza del personale.

### *Corrente*

Premesso che in linea di massima è da preferirsi l'impiego di corrente continua, viene riportato qui di seguito, per ciascun tipo di elettrodo previsto, il tipo di corrente che generalmente è possibile impiegare e la relativa polarità alla pinza, in relazione anche al procedimento di saldatura corrispondente.

| Elettrodi                          | Procedimento                 | Corrente | Polarità alla pinza |
|------------------------------------|------------------------------|----------|---------------------|
| B: Basici                          | Ascendente                   | C.C.     | +                   |
|                                    |                              | C.A. (*) |                     |
| C: Cellulosici e Rutil-cellulosici | C <sub>a</sub> = ascendente  | C.C.     | +                   |
|                                    |                              | C.A. (*) |                     |
|                                    | C <sub>d</sub> = discendente | C.C.     | +                   |
|                                    |                              | C.A. (*) |                     |
| R: Rutile                          | Ascendente                   | C.C.     | -                   |
|                                    |                              | C.A. (*) |                     |

(\*) Questi elettrodi potranno venire impiegati usando corrente alternata soltanto se esplicitamente dichiarato dal fabbricante.

### *Elettrodi*

Gli elettrodi rivestiti per saldatura manuale ad arco dovranno essere omologati secondo le tabelle UNI 5132 oppure secondo le norme AWS A.5.1.69 e A.5.5.69 indicate nella tabella sotto riportata.

| Tipo di acciaio UNI EN 10210-1 | Elettrodi raccomandati |                                  |                     |
|--------------------------------|------------------------|----------------------------------|---------------------|
|                                | Rivestimenti           | Classifica AWS A 5.1.69-A 5.5.69 | Classifica UNI 5132 |
| S235H – S275H                  | Cellulosico            | E 60 10                          | E44 T3 C10          |
|                                | Basico                 | E 70 18                          | E44 T4 B20          |
|                                | Rutilcellulosico       | --                               | E44 T9 RC25         |
|                                | Rutile                 | E 60 13 – E231 R 21              | E44 S2 R22          |
| S355H                          | Cellulosico            | E 70 10 A1 – E433 B20            | E52 T3 C10          |
|                                | Basico                 | E 70 18 – E435 B20               | E52 T4 B20          |
|                                | Rutilcellulosico       | A433 R25                         | E52 T3 RC25         |
|                                | Rutile                 | E 70 13                          | E52 T3 R25          |

### *Qualifica dei fili*

E' necessario che i fili per la saldatura ossiacetilenica o di altro tipo, siano scelti in relazione al materiale base ed al procedimento di saldatura previsto; il fornitore dovrà comunicare l'analisi e le caratteristiche meccaniche.

### *Allineamento*

I giunti a bicchiere cilindrico e sferico non richiedono attrezzature per il loro accoppiamento fatta eccezione per le estremità deformate a causa di danneggiamenti subiti durante il trasporto e che dovranno essere ripristinate, normalmente previo riscaldamento della zona interessata.

Per la saldatura di testa, quando questi tubi presentino possibili ovalizzazioni o comunque un eccessivo disallineamento anche locale delle superfici interne, si dovrà usare un accoppiatubi interno o esterno di allineamento che non dovrà essere tolto prima che sia stata eseguita la prima passata, avente una lunghezza totale non inferiore al 50% della circonferenza del tubo e comunque uniformemente distribuita sulla circonferenza stessa (4 tratti di saldatura disposti in posizione ortogonale fra loro)

### *Operazioni di saldatura*

Prima della saldatura le estremità da congiungere dovranno risultare completamente esenti da scorie, vernici, grasso, ruggine, terra, ecc.

Le impurità eventualmente presenti dovranno essere accuratamente rimosse con spazzole metalliche, decapaggio a fiamma o altri mezzi idonei.

Il numero delle passate ed il diametro degli elettrodi da impiegare, saranno scelti in funzione della preparazione delle estremità e dello spessore dei tubi.

Per la saldatura testa a testa la prima passata dovrà assicurare una efficiente ed uniforme penetrazione. Per la saldatura di testa eventuali riprese all'interno, se il diametro della condotta lo permette, potranno essere fatte, dopo molatura, con elettrodo cellulosico diam. 3.25 e procedimento discendente.

Durante la prima passata il tubo dovrà essere tenuto fermo ma libero da vincoli, in modo che la saldatura non risenta di sollecitazioni esterne.

Nel caso di tubi fissi non soggetti a rotolamento, con DN > 400 è preferibile fare eseguire le varie passate contemporaneamente da due operatori avendo cura di eseguire almeno la seconda passata immediatamente dopo la prima.

Dopo ogni passata, o prima della successiva, dovrà essere eliminata ogni traccia di ossido o scoria a mezzo di appositi utensili (martellina o spagnola metallica). Crateri di estremità, irregolarità di ripresa ecc., dovranno essere asportati mediante molatura.

A saldatura ultimata la superficie esterna del cordone dovrà risultare a profilo ben raccordato con la superficie esterna del tubo, senza incisioni marginali, con sporgenza di circa 2 mm ed estesa oltre gli spigoli dei lembi esterni dello smusso. Tutte le saldature dovranno essere eseguite da saldatori qualificati. Per ogni saldatore dovrà essere possibile individuare il lavoro eseguito mediante un numero od una sigla.

### *Condizioni atmosferiche*

Le saldature dovranno essere effettuate con temperatura ambiente uguale o superiore a +5°C; per temperature più basse dovrà essere concordato un opportuno preriscaldamento; è consigliabile inoltre evitare di effettuare saldature quando le condizioni atmosferiche per pioggia, forte umidità, vento, siano giudicate pregiudizievoli per la buona esecuzione delle saldature stesse. La Direzione Lavori sarà comunque chiamata a decidere in merito.

E' opportuno che i saldatori tengano gli elettrodi da impiegare negli appositi fornelli riscaldatori ad una temperatura di 40-80°C.

### *Preriscaldamento*

I casi in cui si rende necessario sono:

- Temperatura ambiente inferiore a +5°C;
- Spessori superiori a 8 mm, in rapporto al tenore di carbonio o di altri elementi di lega;

Il preriscaldamento, che si esegue sull'intero sviluppo della circonferenza alle due estremità dei tubi,

si estende ad entrambi i lati del giunto da saldare per una lunghezza pari a metà diametro, ma

comunque non minore a 120 mm per parte.

La zona interessata dovrà essere mantenuta, durante tutta la saldatura, ad una temperatura non inferiore a 50° C (100°C per l'acciaio Fe 52).

Il controllo della temperatura dovrà essere effettuato con "termocolori" o matite termiche a punto di fusione o a viraggio di colore

La saldatura, che dovrà essere portata a termine senza rilevanti interruzioni, sarà protetta con coibenti contro rapidi raffreddamenti.

Il preriscaldamento potrà essere effettuato con fiamma di qualunque tipo (bruciatori a gas propanici, ecc.), a induzione o con resistenze elettriche.

#### *Qualifica dei saldatori*

Dovranno essere impiegati saldatori qualificati secondo le specifiche seguenti, per i procedimenti e gli elettrodi per i quali hanno conseguito la qualifica:

- per saldatura ad arco con elettrodi rivestiti: UNI 4633 Classificazione e qualifica dei saldatori elettrici per tubazioni d'acciaio dolce o a bassa lega;
- per saldatura ossiacetilenica: UNI 5770 Classificazione e qualifica dei saldatori ossiacetilenici.

#### *Ispezione, controllo e prove delle saldature*

La Direzione Lavori ha diritto ad ispezionare tutte le saldature sia alla fine dell'operazione che durante l'operazione stessa, purchè ciò non costituisca intralcio al normale svolgimento del lavoro.

L'ispezione può anche essere estesa saltuariamente come segue:

- Alla presentazione dei giunti a bicchiere;
- Al taglio, alla preparazione ed alla presentazione delle estremità dei tubi da saldare di testa;
- Alla pulizia delle estremità da saldare;
- Al controllo visivo delle saldature di prima passata e relativa penetrazione dei giunti saldati di testa;
- Al controllo della buona esecuzione della passata successiva.

La saldatura deve risultare esente da irregolarità e deve avere l'aspetto di lavorazione accurata.

Le incisioni marginali non devono superare 0,8 mm di profondità, rispetto alla generatrice esterna del tubo passante per quel punto.

Indipendentemente da quanto sopra, su specifica richiesta della Direzione Lavori, le giunzioni saldate potranno essere sottoposte ad una prova di tenuta.

Potranno, inoltre essere richieste ulteriori prove (Controlli non distruttivi delle saldature).

#### *Riparazioni*

Tutti i difetti messi in evidenza dall'esame a vista e dalla prova di tenuta dovranno essere riparati a regola d'arte.

- Giunti con saldatura a bicchiere: asportare con mola tutta la saldatura depositata nella

parte difettosa fino al vertice dell'angolo formato dalla sovrapposizione; risaldare con lo stesso procedimento e con gli stessi elettrodi prescritti inizialmente.

- Giunti con saldatura di testa: asportare completamente la saldatura depositata nella parte difettosa, rifacendo lo smusso originale con molatura; risaldare la zona con lo stesso procedimento e con gli stessi elettrodi prescritti inizialmente.

#### **64.13 Norme particolari per la posa in opera delle tubazioni in polivinilcloruro**

Trattandosi di tubi con giunti a bicchiere o a bigiunto con anelli di tenuta in elastomero, la posa verrà effettuata con modalità analoghe a quelle descritte per altri tipi di tubo a giunto elastico, osservando scrupolosamente le istruzioni fornite dalla Ditta costruttrice dei tubi.

Per tutte le deviazioni angolari superiori a 3 gradi, per le derivazioni, le riduzioni ecc., dovranno essere usati gli appositi pezzi speciali in PVC o in ghisa.

Le tubazioni di cloruro di polivinile dovranno essere realizzate, in quanto ai materiali, con tubi di PVC non plastificato rispondenti ai requisiti di accettazione di cui all'Art. 54 del presente disciplinare. La posa in opera avverrà nel rispetto delle prescrizioni di progetto, con tutte le attenzioni che l'uso di detto materiale comporta.

Nel caso di tubazioni interrate, la posa e prima parte del rinterro dovranno eseguirsi con l'impiego di materiale arido a granulometria minutissima (possibilmente sabbia, per uno spessore di copertura non inferiore a 20 cm), curando opportunamente la protezione nei riguardi dei carichi di superficie e di eventuali danneggiamenti accidentali. Nel caso di tubazioni esterne la posa avverrà a mezzo di opportuni ancoraggi e/o sostegni.

Nella posa in opera, saranno vietate la formazione in cantiere dei bicchieri di innesto (dovendosi nel caso approvvigionare tubi preformati in stabilimento), la curvatura a caldo (dovendosi nel caso impiegare i relativi pezzi speciali) e la cartellatura.

Le giunzioni potranno essere, in rapporto alle prescrizioni, sia di tipo rigido, effettuate a mezzo di incollaggi e/o saldature, sia di tipo elastico, effettuate a mezzo di idonei anelli elastomerici di tenuta. Nelle giunzioni esterne del primo tipo dovrà essere tenuto conto dell'elevato coefficiente di dilatazione termica lineare del PVC (pari a circa 0,08 mm/m°C) inserendo, a monte dei punti fissi (nodi) appositi giunti di dilatazione; ciò in particolare nel caso si tratti di una certa lunghezza e di andamento rettilineo.

a) Giunzioni rigide: potranno essere del tipo a bicchiere incollato, del tipo a bicchiere incollato e saldato, del tipo a manicotto incollato (e saldato) ed infine del tipo a flangia mobile.

Il giunto a bicchiere sarà effettuato, previa pulizia delle pareti con idoneo solvente, spalmando l'estremità liscia del tubo e l'interno del bicchiere con opportuno collante vinilico (fornito dalla stessa ditta dei tubi) e realizzando l'accoppiamento con leggero movimento rotatorio onde favorire la distribuzione del collante stesso. Il tubo sarà spinto quindi fino al bicchiere ed il giunto così ottenuto dovrà essere lasciato indisturbato per non meno di 48 ore.

Il giunto a bicchiere incollato e saldato sarà effettuato come in precedenza con l'aggiunta di una saldatura in testa la bicchiere eseguita con adatto materiale di apporto in PVC. Tale sistema di giunzione comunque, al fine di non diminuire le caratteristiche di resistenza dei tu-

bi, non verrà impiegato nel caso di spessori non sufficienti.

Il giunto a manicotto sagomato, sarà espressamente costruito per lo scopo. Anche questo tipo di giunto potrà essere se del caso rinforzato, con la saldatura dei bordi del manicotto eseguita come in precedenza.

Il giunto a flangia mobile verrà impiegato quando fosse richiesta la possibilità di montaggio e smontaggio della tubazione con una certa frequenza o per l'inserimento di apparecchiature e verrà effettuato incollando sull'estremità liscia del tubo un collare di appoggio contro il quale si porterà a contrastare una flangia di PVC. La tenuta sarà realizzata interponendo tra le flange un'opportuna guarnizione in gomma.

b) Giunzioni elastiche: Saranno effettuate su tubi e pezzi speciali, un'estremità dei quali sarà idoneamente foggiate a bicchiere e sede di apposita guarnizione elastica, o su tubi lisci a mezzo di apposito manicotto a doppia guarnizione.

Per l'esecuzione del giunto, pulite accuratamente le parti da congiungere, si inserirà l'anello nella sede predisposta, quindi si lubrificherà la superficie interna dello stesso e quella esterna del codolo con apposito lubrificante (acqua saponosa o lubrificanti a base di siliconi, ecc.) e si infilerà la punta nel bicchiere fino all'apposito segno di riferimento, curando che l'anello o gli anelli (nel caso del manicotto) non escano dalla sede.

Le condotte dovranno essere provate in opera ad una pressione non inferiore alla pressione nominale dei tubi posati e non superiore ad 1,5 volte tale pressione.

Per l'esecuzione della prova idraulica valgono le norme generali contenute nel presente disciplinare. La prova sarà riferita alla condotta con relativi giunti, curve, derivazioni e riduzioni, escluso quindi qualsiasi altro accessorio idraulico quali: saracinesche, sfiati, scarichi di fondo, idranti, ecc.

Riempita la tratta dal punto più d'presso, previa completa fuoriuscita dell'aria, si procederà a sottoporla a pressione a mezzo di una pompa a mano, salendo gradualmente di un'atmosfera al minuto primo (0,1 MN/min) fino a raggiungere la pressione di esercizio. Questa verrà mantenuta da 2 a 24 h, secondo prescrizione della Direzione dei Lavori, per consentire l'assestamento dei giunti e la eliminazione di eventuali perdite che non richiedano lo svuotamento della condotta.

Ad esito positivo di tale prova, si procederà a portare la tratta interessata alla pressione di prova. Quest'ultima sarà di 1,5 volte la pressione di esercizio, dovrà essere raggiunta con la gradualità sopra specificata e verrà mantenuta costante per una durata minima di 2 ore.

#### **64.14 Posa delle tubazioni in PEAD strutturato**

##### *Fondo della trincea*

Le trincee devono essere realizzate senza cunette o asperità, in modo da costituire un supporto continuo alla tubazione. Si sconsigliano fondi costruiti con gettate di cemento o simili perché irrigidiscono la struttura.

Nelle trincee aperte in terreni eterogenei, collinosi o di montagna, occorre garantirsi dall'eventuale slittamento del terreno con opportuni ancoraggi.

Se si ha motivo di temere l'instabilità del terreno, a causa di acqua reperita nella trincea, bisogna opportunamente consolidare il fondo con l'ausilio di tubi di drenaggio al di sotto della canalizzazione, disponendo intorno ad essi uno strato spesso di ghiaia o di altro materiale appropriato; occorre, in altre parole, assicurare la condizione che non sussista la possibilità di alcuno spostamento del materiale di rinterro a causa della falda acquifera.

#### *Letto di posa*

Alla canalizzazione in PE deve essere assicurato un letto di posa stabile e a superficie piana, nonché libero da ciottoli, pietrame ed eventuali altri materiali.

Il letto di posa non deve essere costituito prima della completa stabilizzazione del fondo della trincea.

Il materiale utilizzato in condizioni di posa normali è la sabbia mista a ghiaia con diametro massimo di 20 mm.

Nei terreni in pendenza è consigliabile evitare sabbie preferendo ghiaia o pietrisco senza spigoli tagliati di pezzatura massima pari a 10/15 mm.

Il materiale deve poi essere accuratamente compattato e raggiungere uno spessore di almeno  $(10+1/10D)$  cm, avendo cura di rispettare la pendenza calcolata in fase progettuale.

#### *Norme di compattazione e controlli qualitativi*

Poiché le tubazioni di PEAD sono flessibili (anularmente), l'uniformità del terreno circostante è fondamentale per la corretta realizzazione di una struttura portante, poiché il terreno, deformato dalla tubazione, reagisce in modo da contribuire a sopportare il carico imposto.

Per assicurare la stabilità e l'integrità nel tempo delle condotte posate, si precisa, quale norma per l'appaltatore, che il letto di posa, il rinfiacco ed il primo ricoprimento delle tubazioni in PEAD, devono essere eseguiti con la scrupolosa applicazione di quanto riportato nel presente disciplinare.

Il grado di compattazione del materiale costituente il rinfiacco influisce in modo determinante sul valore di deformazione diametrale  $(\frac{\delta}{De})$  della tubazione; tale valore, che non deve superare i limiti ammissibili stabiliti, ricavabile dalla formula di Spangler.

Il carico agisce sul tubo deformandolo sia in direzione verticale che orizzontale, l'intensità della deformazione  $\delta$  dipende dal modulo di reazione del terreno  $E_s$  e dalla rigidità del tubo RT.

Il modulo di reazione del terreno dipende dalla tipologia stessa del terreno adottato per il ricoprimento e dalla densità Proctor.

L'espressione che permette di valutare la deformazione  $\delta$  [mm] subita dal tubo è quella di Spangler basata sull'ipotesi che, per effetto del carico, la sezione del tubo assuma una forma ellittica.

$$\frac{\delta}{De} = \frac{0.083 \cdot q}{8 \cdot R_T + 0.061 \cdot E_s}$$

dove

$R_T$  è la rigidità del tubo di polietilene [N/m<sup>2</sup>]

$E_s$  è il modulo di reazione del terreno [N/m<sup>2</sup>]

$D_e$  è il diametro esterno del tubo [mm]

La deformazione calcolata con la precedente espressione deve dare risultato di schiacciamento relativo inferiore al 5% del diametro esterno.

L'indice Proctor definisce convenzionalmente il grado di compattazione di un terreno.

Per le tubazioni di PEAD deve essere considerato un indice di Proctor almeno pari al 90%, affinché si abbiano valori accettabili della deformazione diametrale.

L'ottenimento del valore richiesto per l'indice Proctor deve essere verificato mediante l'esecuzione di apposite prove e relative certificazioni, il cui numero è stabilito in fase di progettazione.

Le suddette prove, definite "prove di costipamento e determinazione delle caratteristiche di densità dei materiali", devono essere effettuate col metodo AASHO standard con 4 punti della curva densità/contenuto d'acqua.

Per ottenere la densità richiesta si utilizzano opportuni metodi di costipamento (a mano, con pigiatoi piatti o con apparecchi meccanici leggeri).

Inoltre, per assicurare la rispondenza alle prescrizioni di progetto, la D.L. verifica che siano rispettate le modalità esecutive del riempimento ed esegue periodicamente misurazioni dell'ovalizzazione della tubazione installata; se la deformazione risulta maggiore dei valori ammissibili, se possibile, s'incrementa la compattazione; in caso contrario si sostituisce il materiale di riempimento.

#### Posa del tubo

Prima della posa in opera, i tubi devono essere ispezionati singolarmente per scoprire eventuali difetti; le punte, i bicchieri e le guarnizioni devono essere integre.

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

Le nicchie precedentemente scavate per l'alloggiamento dei bicchieri o manicotti con diametro esterno maggiore di quello della condotta, devono essere accuratamente riempite onde evitare eventuali vuoti sotto i bicchieri.

Non sarà necessario scavare le nicchie per l'alloggiamento dei bicchieri quando saranno utilizzate tubazioni corrugate con diametro esterno del bicchiere uguale al diametro esterno della condotta.

#### *Procedura di rinterro*

Il riempimento della trincea ed in generale dello scavo è l'operazione fondamentale della messa in opera. Trattandosi di tubazioni in PEAD, l'uniformità del terreno è fondamentale per la corretta realizzazione di una struttura portante, in quanto il terreno reagisce in modo da contribuire a sopportare il carico imposto.

Il materiale già usato per la costruzione del letto è sistemato attorno al tubo e costipato a mano per formare strati successivi di 20 cm, fino alla mezzera del tubo, avendo la massima cura nel verificare che non rimangano zone vuote sotto al tubo e che lo strato di rinfianco tra tubo



e parete sia continuo e compatto.

Il secondo strato di rinfianco giunge fino alla generatrice superiore del tubo.

La sua compattazione deve essere eseguita sempre con la massima attenzione. Il terzo strato arriva a 15 cm al di sopra della generatrice superiore del tubo.

La compattazione deve avvenire solo lateralmente al tubo, mai sulla sua verticale.

Il costipamento del riempimento che avvolge il tubo deve essere uniforme e raggiungere il 90% del valore ottimale determinato con la prova di Proctor modificata.

Il rinfianco con terreni torbosi, melmosi, argillosi, ghiacciati è proibito in quanto detti terreni non sono costipabili per il loro alto contenuto d'acqua.

L'ulteriore riempimento è effettuato con il materiale proveniente dallo scavo, depurato dagli elementi con diametro superiore a 10 cm e dai frammenti vegetali ed animali; va eseguito per strati successivi pari a 20 cm che devono essere compattati ed eventualmente bagnati per lo spessore di 1 m (misurato dalla generatrice superiore del tubo), in modo tale che la densità della terra in sito raggiunga, a costipazione effettuata, il 90% del valore ottimale determinato con la prova di Proctor modificata.

Il materiale più grossolano (piettriccio con diametro  $> 2$  cm) non deve superare il limite del 30%.

Va lasciato, infine, uno spazio libero per l'ultimo strato di terreno vegetale.

#### Condizioni di posa particolari

In presenza di falda freatica bisogna assicurarsi che detta falda non possa provocare in alcun modo spostamenti del materiale di rinterro che circonda il tubo, in tal caso è consigliabile evitare sabbie preferendo ghiaia o pietrisco senza spigoli tagliati di pezzatura massima pari a 10/15 mm.

Occorre, allo scopo, consolidare il terreno circostante con opere di drenaggio che agiscano sotto il livello dello scavo, evitando ogni possibile instabilità del terreno di posa e dei manufatti in muratura.

Qualora nel corso dei lavori si verificano, per tratti limitati, condizioni di posa più gravose di quelle di progetto (sgrottamento delle pareti, frane, ecc.) si deve procedere ad opere di protezione che riconducano le condizioni di posa a quelle prescritte, con la realizzazione di appositi muretti di pietrame o calcestruzzo atti a ridurre la lunghezza della sezione di scavo, o di altra opportuna soluzione autorizzata dalla Direzione Lavori.

Nel caso in cui, per ragioni tecniche, l'altezza H di ricoprimento in qualche punto debba risultare inferiore ai minimi prescritti, occorre far assorbire i carichi verticali da opportuni manufatti di protezione (diaframmi rigidi di protezione e di ripartizione dei carichi da collocare sopra l'ultimo strato di materiale minuto compatto), secondo apposite disposizioni della Direzione Lavori.

In caso di passaggio trasversale e superficiale con la canalizzazione fognaria sotto strade con traffico pesante frequente o ferrovie, si può:

- prevedere un tubo guaina protettivo in acciaio rivestito;
- posare la tubazione in un cunicolo in cemento armato.

### Allineamento dei tubi

Le condotte devono essere posate in modo perfettamente rettilineo poiché gli eventuali disassamenti provocano difetti di tenuta nei giunti.

Pertanto sia nella fase di scavo che nella formazione delle giunzioni si deve assicurare la rettilineità dell'asse dei tubi.

I disassamenti necessari al tracciato della condotta devono ottenersi esclusivamente mediante i pezzi speciali (curve) o in corrispondenza di pozzetti.

La rettilineità dell'asse in senso verticale (costanza della livelletta) deve realizzarsi esclusivamente mediante rincalzature con terra vagliata o con sabbia della stessa natura del letto di posa; in nessun caso si devono usare pietre o altri corpi.

### Esecuzioni delle giunzioni

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

- provvedere ad un'accurata pulizia delle parti da congiungere assicurandosi che siano integre; togliere provvisoriamente la guarnizione qualora fosse presente nella sua sede;
- inserire in modo corretto la guarnizione elastomerica di tenuta nella prima gola di corrugazione o nell'apposita sede dove prevista;
- lubrificare la superficie esterna della guarnizione e la superficie interna del bicchiere o manicotto con apposito lubrificante (grasso od olio siliconato, vaselina, ecc.). Evitare l'uso di oli o grassi minerali che danneggerebbero la guarnizione;
- infilare la testata della barra nel bicchiere fino a battuta; la perfetta riuscita di quest'operazione dipende esclusivamente dal preciso allineamento dei tubi e dall'accurata lubrificazione;

## **Art. 65 Pezzi speciali e apparecchi idraulici in genere**

### **65.1 Apparecchi e pezzi speciali**

L'impiego dei raccordi e degli apparecchi dovrà corrispondere alle indicazioni di progetto ed a quelle più particolari che potrà fornire la Direzione dei Lavori. La messa in opera dovrà avvenire in perfetta coassialità con l'asse della condotta, operando con la massima cautela per le parti meccanicamente delicate.

Tutti i pezzi speciali di collegamento e gli apparecchi idraulici da impiegare dovranno uniformarsi ai tipi di progetto e corrispondere esattamente alle prescrizioni e ai modelli approvati dalla Direzione dei Lavori e depositi in campionatura.

Le caratteristiche tecniche dei pezzi speciali dovranno corrispondere per qualità del loro materiale, esecuzione, prove, ecc. alle norme per l'esercizio ed il collaudo delle condotte forzate salvo quanto di seguito stabilito:

a) tutti i pezzi speciali e le apparecchiature in genere dovranno essere costruiti per sopporta-

re una pressione d'esercizio par a 25 bar.

- b) tutti i bulloni, dadi, viti ed ogni parte filettate delle apparecchiature idrauliche e dei pezzi speciali saranno rigorosamente realizzati in acciaio inox tipo AISI 304.
- c) i pezzi speciali in acciaio avranno un rivestimento interno anticorrosivo e, dove necessario, saranno catramati a caldo internamente ed esternamente e protetti contro le azioni esterne di corrosione mediante rivestimento di bitume e vetroflex;
- d) gli apparecchi idraulici ed i relativi pezzi speciali saranno montati e collegati alle tubazioni in conformità alle istruzioni che verranno impartite dalla Direzione dei Lavori.

Tutti i pezzi speciali verranno preventivamente provati alle pressioni richieste, alla presenza di un incaricato della Direzione dei Lavori, il quale punzonerà i pezzi speciali mediante apposito stampo.

I pezzi di fusione dovranno presentare superfici esterne perfettamente modellate, se del caso e ripassate allo scalpello od alla lima. I piani di combaciamento di tutte le flange dovranno essere ricavati mediante lavorazione al tornio e presentare inoltre una o più rigature circolari concentriche per aumentare la tenuta con guarnizione. Del pari dovranno essere ottenute con lavorazione a macchina tutte le superfici soggette a sfregamenti nonché i fori dei coperchi e delle flange di collegamento.

Tutti i pezzi in ghisa dei quali non sarà prescritta la verniciatura, dopo l'eventuale collaudo in officina dovranno essere catramati o bitumati internamente ed esternamente. Le superfici esterne grezze in bronzo, rame, ottone, se non diversamente prescritto, saranno semplicemente ripulite mediante sabbiatura. Sulla superficie esterna di ogni apparecchio dovrà inoltre risultare, di fusione o con scritta indelebile, la denominazione della Ditta costruttrice, il diametro nominale, la pressione nominale e le frecce indicanti la direzione della corrente.

L'Amministrazione Appaltante si riserva la facoltà di sottoporre a prove e verifiche gli apparecchi forniti dall'Appaltatore, intendendosi a totale carico dello stesso, come peraltro specificato nelle condizioni generali di fornitura, tutte le spese occorrenti per il prelevamento ed invio, agli Istituti di prova, dei campioni che la Direzione dei Lavori intendesse sottoporre a verifica.

In particolare dovranno poi osservarsi le seguenti norme.

I pezzi a "T" ed a croce dovranno collegarsi in opera e perfetto squadra rispetto all'asse della tubazione, con la diramazione orizzontale o verticale secondo prescrizione.

Nei punti che saranno indicati dalla Direzione dei Lavori, durante l'esecuzione delle opere, verranno collocate saracinesche di arresto e di scarico.

Le saracinesche di scarico saranno collocate nei punti più depressi delle condotte fra due rami di opposta pendenza ovvero estremità di una condotta isolata quando questa è in continua discesa.

Le saracinesche in genere saranno di regola, salvo diversa disposizione della Direzione dei Lavori, collocate entro pozzetti o camerette in muratura ed ancorate ad apposito basamento di muratura o di conglomerato cementizio contrastante la spinta trasversale all'asse condotta che si verifica durante lo scarico.

Le saracinesche di arresto avranno lo stesso diametro delle tubazioni sulle quali sono inserite. Gli sfiati automatici da collocarsi in punti culminanti delle condotte fra due rami di opposta pendenza, ovvero alla fine dei tronchi orizzontali ed alla sommità di sifoni anche di breve sviluppo, saranno messi in opera mediante manicotti con diramazioni verticali al tubo di raccordo.

Per la custodia dell'apparecchio si costruirà un apposito pozzetto di facile accesso e tale da consentire periodiche visite di manovra e verifica.

Le scatole di prova, da inserirsi nelle tubazioni nei punti che all'atto dell'esecuzione saranno indicati dalla Direzione dei Lavori, potranno essere con diramazione tangenziale per scarico, oppure senza, secondo le indicazioni che saranno date dalla stessa.

Le giunzioni dovranno essere eseguite secondo la migliore tecnica del mestiere e dell'arte relativa a ciascun tipo di materiale, con le prescrizioni più avanti riportate e le specifiche di dettaglio indicate dalla Ditta fornitrice.

Le giunzioni non dovranno dar luogo a perdite di alcun genere, qualunque possa essere la causa determinante (uso, variazioni termiche, assestamenti, ecc.) e questo sia in sede di prova che in anticipato esercizio e fino ad un anno dalla data di collaudo definitivo. Ove pertanto si manifestassero delle perdite, l'Appaltore sarà tenuto ad intervenire con immediatezza per le necessarie riparazioni, restando a suo carico ogni ripristino o danno conseguente.

La protezione esterna dovrà essere continua ed estesa anche ai raccordi ed agli elementi metallici di fissaggio; qualora perciò nelle operazioni di montaggio la stessa dovesse essere danneggiata, si dovrà provvederle al perfetto reintegro o all'adozione di sistemi integrativi di efficacia non inferiore.

Tutti i pezzi speciali come curve planimetriche ed altimetriche, derivazioni, estremità cieche di tubazioni, sfiati, scarichi, saracinesche di arresto, ecc. se inseriti in condotte in pressione, dovranno essere opportunamente contrastati o ancorati. Parimenti blocchi di ancoraggio dovranno costruirsi per le tubazioni da posare in terreno a forte pendenza, a distanza inversamente proporzionale alla pendenza stessa e differente a seconda del tipo di giunzione.

I blocchi di contrasto o di ancoraggio saranno generalmente di calcestruzzo e verranno proporzionati alla spinta da sostenere, spinta che sarà in funzione della pressione di prova e del diametro della tubazione. La superficie di reazione dei blocchi dovrà essere dimensionata, in modo che il carico unitario trasmesso al terreno non superi il carico di sicurezza ammissibile per lo stesso.

Nel caso di curve verticali convesse, l'ancoraggio verrà assicurato da cravatte di acciaio fissate al blocco e perfettamente protette contro la corrosione. In tutti i casi i giunti delle tubazioni dovranno risultare accessibili.

In tutti gli attraversamenti stradali, ove non fossero presenti cunicoli o controtubi di protezione, dovrà provvedersi all'annegamento dei tubi in sabbia, curando che il reinterro sulla generatrice superiore non sia inferiore ad 1 m. Ove si dovessero attraversare dei manufatti, dovrà evitarsi di murare le tubazioni negli stessi, curando al tempo stesso la formazione di idonei cuscinetti fra tubo e muratura a protezione anche dei rivestimenti; ad ogni modo sarà buona

norma installare due giunti elastici immediatamente a monte ed a valle dell'attraversamento, così da assorbire eventuali cedimenti e/o assestamenti.

Le tubazioni, come già evidenziato e prescritto in altra parte del presente disciplinare, dovranno essere scrupolosamente sottoposte a pulizia e lavaggio, prima e dopo le operazioni di posa ed, inoltre, ad energica disinfezione da effettuare con le modalità prescritte dalla competente Autorità Comunale o Provinciale o Regionale di controllo o dalla Direzione dei Lavori. Ove non diversamente specificato comunque, la disinfezione verrà effettuata immettendo nella condotta 20 Kg di grassello di calce per ogni tratto posato di lunghezza non superiore a 500 m; l'acqua di calce sarà scaricata durante i lavaggi.

L'immissione del grassello o l'adozione di altri sistemi di disinfezione dovranno essere ripetuti tutte le volte che dovessero rinnovarsi le prove delle tubazioni, e questo senza alcun particolare compenso per l'Appaltatore.

a) **Giunzioni flangiate:** adoperate normalmente per il collegamento dei tubi a raccordi ed apparecchi, saranno realizzate mediante unione, con bulloni a vite, di due flange poste all'estremità dei tubi (o raccordi o apparecchi) fra le quali sia stata interposta una guarnizione di piombo in lastra di spessore non inferiore a 5 mm.

Le flange potranno essere del tipo fisso od orientabile. Le guarnizioni avranno forma di anello, il cui diametro interno sarà uguale a quello dei tubi da congiungere e quello esterno uguale al corrispondente "collarino" della flangia.

Sarà assolutamente vietato l'impiego di più anelli nello stesso giunto. Qualora pertanto fossero necessari maggiori spessori tra le flange, questi dovranno essere realizzati in ghisa e posti in opera con guarnizioni sui due lati. Guarnizioni di cuoio o di gomma, con interposto doppio strato di tela, potranno del pari essere impiegate, comunque su esplicita autorizzazione della Direzione dei Lavori e sempre con spessore minimo di 5 mm.

I dadi dei bulloni dovranno essere stretti gradualmente e successivamente per coppie di bulloni posti all'estremità di uno stesso diametro. Il serraggio sarà effettuato a mezzo di chiave dinamometrica. Successivamente la rondella di piombo sarà ribattuta energicamente sul perimetro, con adatto calcatoio e martello, onde aumentare le caratteristiche di tenuta.

b) **Giunzioni elastiche con guarnizione in gomma:** dovranno essere ottenute per compressione di una guarnizione di gomma, inserita in un apposito alloggiamento all'interno del bicchiere, sulla canna del tubo imboccato. Il bicchiere dovrà presentare un adatto profilo interno così da permettere anche le deviazioni angolari del tubo consentite dalla guarnizione.

Per l'esecuzione della giunzione, dopo accurata pulizia delle parti, si spalmerà un'apposita pasta lubrificante (da fornirsi a corredo dei tubi) nella sede di alloggiamento della guarnizione, all'interno della guarnizione stessa e nel tratto terminale della canna da imboccare. Si sistemerà quindi l'anello di gomma nel bicchiere dopo di ché, marcata sul tubo la profondità di imbocco, si introdurrà lo stesso nella esatta posizione con apposito apparecchio di trazione.

La profondità di imbocco dovrà essere pari alla profondità del bicchiere diminuita di 10

mm e questo onde consentire le deviazioni angolari consentite dal giunto.

c) **Giunzioni elastiche con guarnizioni in gomma e controflangia:** la giunzione sarà realizzata per mezzo di un'apposita controflangia fissata con bulloni la cui estremità, opportunamente sagomata, appoggerà sull'esterno del bicchiere. La tenuta e l'aderenza saranno assicurate dalla compressione di una guarnizione di gomma, posta all'interno del bicchiere, ottenuta con l'incuneamento dell'anello interno ed il serraggio dei bulloni della controflangia.

Nel montaggio del giunto, il serraggio dei bulloni dovrà essere effettuato con progressione numerica alternata (curando cioè che non vengano serrati di seguito due bulloni adiacenti o comunque compresi in un angolo di 120°) e con il controllo dinamometrico delle coppie di serraggio. Tale controllo dovrà essere ripetuto dopo la prova idraulica.

Man mano che sarà completata la posa in opera delle tubazioni ed eseguite con esito favorevole le prove prescritte l'Appaltatore, in seguito ad ordine della Direzione dei Lavori, farà procedere al riempimento dello scavo procurando di non muovere minimamente i tubi posti in opera, costipando intorno ad essi le materie in modo da impedire ogni cedimento delle medesime e della eventuale sovrastante superficie stradale. La rinalzatura e la copertura dei tubi, almeno per i primi 20 cm di altezza, dovrà essere eseguita con sabbia bene assestata.

Per le tubazioni interrate ed interessanti strade pubbliche o private l'Appaltatore dovrà provvedere, a sua cura e spese, a richiedere ed ottenere le occorrenti autorizzazioni, permessi e licenze delle competenti Autorità nel caso di strade pubbliche, e dei permessi da parte dei proprietari delle aree nel caso di strade private.

Ad ogni modo dovrà essere rispettato il D.M. in data 12.07.1966 riguardante le "Norme tecniche per gli attraversamenti ed i parallelismi di condotte di liquidi e gas con linee ferroviarie, tranviarie e con binari di raccordo".

Gli scavi dovranno essere eseguiti con tutte le necessarie cautele onde non arrecare danni e disturbi al transito, alle proprietà private ed a terzi, e sempre secondo quanto prescritto dalla competenti Autorità o concordato con i privati.

A lavoro ultimato la superficie della strada dovrà essere rimessa in pristino stato, a totale cura e spese dell'Appaltatore, restando sollevata l'Amministrazione Appaltante per danni o altre cause pregiudizievoli al perfetto e corretto utilizzo della medesima.

Ultimate quindi le prove eventuali di collaudo in opera si provvederà al riempimento generale dello scavo effettuando l'operazione in due tempi:

- 1° reinterro effettuato con materiale sabbioso rinalzando bene il tubo e continuato successivamente sino ad almeno 20 cm sopra il tubo con materiale minuto del tipo prescritto e risultante dalle voci di Elenco Prezzi;
- 2° reinterro eseguito a strati orizzontali di circa 20 cm ben costipati con mezzi preventivamente approvati dalla Direzione dei Lavori, bagnandoli abbondantemente fino al riempimento totale dello scavo.

Occorre fare attenzione a che le nicchie, scavate sotto i giunti, vengano accuratamente riempite con materiale usato per la preparazione del letto di posa ben costipato in modo da ripristi-

nare e assicurare la continuità dell'appoggio per l'intera tubazione.

### **65.2 Giunti di smontaggio**

I giunti di smontaggio saranno del tipo a cannocchiale e dovranno essere realizzati in acciaio Rst 37-2 rivestito con bitumatura a caldo di tipo alimentare, PN 25, con bulloni e dadi in acciaio inox AISI 304 e guarnizioni in gomma atossica tipo NBR, adatti per accoppiamenti con valvole sia di piccolo che di grande diametro e con moderati sforzi assiali e con lievi flessioni angolari.

### **65.3 Valvole a farfalla**

Le valvole a farfalla dovranno essere del tipo biflangiato con corpo realizzato in ghisa sferoidale GGG 400-12 UNI 4544-74, albero e disco in acciaio inox AISI 431 con anello di tenuta in Perbunan

Dovranno essere conformi alle Norme ISO - DIN - BS - ANSI - JIS e UNI con cuscinetti rivestiti con PTFE.

Il comando dovrà essere manuale a volantino, del tipo prescritto per le saracinesche, con riduttore demoltiplicato contenuto in carter di ghisa sferoidale o acciaio a tenuta stagna, con indicatore esterno della posizione della farfalla.

Le valvole dovranno essere verniciate con resine epossidiche atossiche dello spessore minimo 150 micron.

Dovranno essere della migliore qualità, di marche e caratteristiche da approvarsi dalla Direzione Lavori, sulla base dell'esame dei campioni presentati.

### **65.4 Saracinesche in ghisa sferoidale - Saracinesche flangiate in genere**

Le saracinesche in ghisa sferoidale saranno del tipo a corpo piatto con cuneo gommato conformi alle Norme DIN 3202F4 - GS400-12 UNI 4544-74.

Il corpo dovrà essere verniciato esternamente ed internamente con resina epossidica. Il cuneo sarà verniciato con polveri epossidiche nella zona alta mentre la restante parte dovrà essere completamente rivestita a spessore in gomma nitrile vulcanizzata con scarico antinquinamento. Il coperchio risulterà verniciato sia internamente che esternamente con resina epossidica.

Gli altri materiali costituenti la saracinesca risulteranno così costruiti:

- albero di manovra in acciaio inox con filettatura cilindrica e guida dell'albero lunga e resistente ad altissime sollecitazioni;
- guarnizione sigillante in NBR;
- O-RING in NBR per la perfetta tenuta dell'albero di manovra;
- bronzina in ottone trafilato;
- flangia con piano di appoggio;
- viterie in acciaio debitamente protette con naturale sigillante.

Il volantino dovrà essere in ghisa di qualità o in acciaio, di robusta struttura, verniciato con resine epossidiche come sopra.

Le saracinesche dovranno essere della migliore qualità, di marche e caratteristiche da appro-

varsi dalla Direzione dei Lavori, sulla base dell'esame dei campioni presentati. Si intendono garantite per cinque anni dalla posa; ciò vale in particolare per il rivestimento di tenuta della gomma del cuneo. Per tale periodo l'Impresa sarà tenuta a sostituire la saracinesca a sua totale cura e spesa, nel caso di bloccaggio degli organi di manovra o di perdite di tenuta.

Le saracinesche flangiate per condotte d'acqua dovranno essere realizzate e fornite nel rispetto delle condizioni tutte di cui alla norma di unificazione UNI 7125-72 (in parte sostituita dalla UNI EN 19).

I materiali potranno essere, in rapporto alle prescrizioni: ghisa grigia G 20 UNI 5007-69 od acciaio non legato per getti Fe G UNI 3158-68 per la costruzione dei corpi e dei coperchi; ghisa grigia c.s., acciaio non legato c.s., bronzo G-Cu Sn5 Pb5 Zn5 UNI 7013-72, lega di rame da fonderia (ottone speciale) G-Cu Zn34 Pb2 UNI 5036 e lega di rame da lavorazione plastica (ottone al piombo) P-Cu Zn40 Pb2 UNI 5705-65 per la costruzione delle altre parti. La Direzione dei Lavori potrà ammettere comunque l'impiego di altri materiali, purché idonei e scelti tra quelli unificati.

Su una fiancata del corpo delle saracinesche dovranno essere ricavati di fusione od impressi in modo leggibile ed indelebile, il marchio di fabbrica, il diametro nominale, la pressione nominale e la sigla indicante il materiale del corpo. Sul bordo delle flange dovrà essere indicata la dima di fornitura.

Sulle saracinesche di ghisa la bitumatura dovrà essere effettuata con le modalità prescritte. La verniciatura dovrà invece essere effettuata su tutte le saracinesche di ghisa che non verranno, per apposita disposizione, bitumate e su quelle di acciaio, nonché sulle scatole dei comandi.

Tutte le saracinesche dovranno essere di norma costruite con quattro sedi tenuta, due nel corpo e due nell'otturatore, riportate sotto forma di anelli opportunamente sagomati di materiale G-Cu Zn34 Pb2 UNI 5036 oppure di P-Cu Zn40 Pb2 UNI 5705-65. Fanno eccezione le saracinesche aventi DN minore di 100 per le quali l'otturatore potrà essere eseguito completamente di bronzo o di ottone fuso. La sede di imposta degli anelli di tenuta dovrà essere lavorata in modo da garantire un fissaggio stabile nel tempo e la perfetta tenuta. La conicità dovrà essere compresa tra l'8 e il 16%; le superfici di contatto dovranno presentare una rugosità superficiale Ra inferiore ad 1 micron secondo UNI 3963. Non saranno ammesse sedi riportate per saldatura.

Gli steli di manovra dovranno essere eseguiti in ottone al piombo, stampato o fucinato. La filettatura dovrà essere a profilo trapezoidale TpN UNIM 124, sinistra ad un solo principio. La madrevite dovrà essere di norma eseguita di bronzo G-Cu Sn5 Pb5 UNI 7013-72; dovrà avere altezza non minore di 5 volte il passo della filettatura (e dei 9/10 del diametro esterno dello stelo) e superficie di contatto con rugosità Ra inferiore a 3 micron. Nel caso di saracinesche a vite interna gli steli di manovra dovranno essere realizzati con collarino monoblocco, ricavato per fucinatura o per stampaggio non essendo ammessi collarini comunque riportati.

Le saracinesche fino a DN 300, salvo diversa prescrizione, verranno fornite munite di cappello salvaquadro per la manovra con chiave a T. Quelle oltre DN 300 saranno di norma fornite munite di volantino, di ghisa G 20 UNI 5007-69 o di ghisa malleabile UNI 3779-69. Per sa-



racinesche minori di DN 300, i volantini dovranno essere del tipo a calice.

Al fine di permettere l'apertura manuale delle saracinesche quando la pressione differenziale tra le due facce del cuneo supera i valori riportati nel prospetto di cui al punto 5.3.2. della UNI 7125-72, su un lato di ciascuna saracinesca dovranno essere realizzati due appositi attacchi per l'applicazione del "by-pass", con eccezione per le saracinesche a corpo piatto. I diametri nominali del by-pass dovranno corrispondere al prospetto di cui al punto 5.3.3. della UNI citata. Qualora non fosse possibile l'applicazione del by-pass dovrà essere applicato il dispositivo riduttore manuale, del tipo normale o sboccabile secondo prescrizione. In ogni caso la forza della coppia applicata sulla periferia del volantino del riduttore non dovrà superare il valore di 15 kgf (150 N).

Tutte le saracinesche dovranno essere sottoposte alle prove di pressione del corpo e di tenuta delle sedi. Le prove saranno effettuate con le modalità di cui al punto 8.2. della UNI 7125-72; la prima ad otturatore aperto, con una pressione mediamente superiore del 50% rispetto a quella nominale; la seconda ad otturatore chiuso, con una pressione uguale a quella nominale. Le prove avranno durata non inferiore a 10 minuti e comunque sufficiente per constatare la perfetta tenuta del corpo e delle sedi.

L'Appaltatore è tenuto a fornire alla Stazione Appaltante un attestato di conformità, rilasciato dal fabbricante, con il quale verrà certificato che le saracinesche fornite sono conformi alla norma UNI richiamata ed a quant'altro è stato oggetto di specifica richiesta.

### **65.5 Sfiati automatici in ghisa**

Gli sfiati automatici da collocarsi in punti culminanti delle condotte fra due rami di opposta pendenza, ovvero alla fine dei tronchi orizzontali ed alla sommità di sifoni anche di breve sviluppo, saranno messi in opera mediante manicotti con diramazioni verticali al tubo di raccordo.

Per la custodia dell'apparecchio si costruirà un apposito pozzetto di facile accesso e tale da consentire periodiche visite di manovra e verifica.

Dovranno essere del tipo così come descritto nei particolari di progetto, costruito con materiali di alta qualità e resistenza, di primaria Ditta fornitrice e adatti alle caratteristiche proprie dell'impianto.

Tutti i materiali dovranno essere contrassegnati con le seguenti indicazioni:

- nominativo della ditta costruttrice;
- data di fabbricazione;
- tipo di sfiato;
- diametro nominale;
- gli altri contrassegni richiesti dalle Norme UNI di volta in volta richiamate.

## **Art. 66 Pavimentazioni stradali**

### **66.1 Fondazione in misto granulare**

Sarà composta con una miscela di materiali granulari, stabilizzata meccanicamente. L'aggregato potrà essere costituito di ghiaie, detriti di cava o di frantoio, scorie, materiale reperito in sito (banchi alluvionali, ecc.) oppure di miscela di materiali di diversa provenienza, in proporzioni stabilite con indagini preliminari di laboratorio di cantiere e tali, comunque, da rientrare nella curva granulometrica riportata nelle norme CNR-UNI 10006.

L'aggregato dovrà inoltre rispondere alle seguenti caratteristiche:

- a) avere una percentuale di usura, determinata con la prova di Los Angeles, non superiore al 50% e un coefficiente di frantumazione (norme CNR, fasc. IV/1953) non superiore a 200;
- b) avere un indice di plasticità non superiore a 6, un limite liquido non superiore a 25 e un limite di ritiro superiore all'umidità ottima di costipamento;
- c) avere un indice di portanza C.B.R., dopo 4 gg. di imbibizione in acqua, non minore di 50 (condizione che dovrà essere verificata per un intervallo di umidità di costipamento non inferiore al 4%).

L'Appaltatore indicherà pertanto alla Direzione i materiali che riterrà più idonei al previsto impiego e li sottoporrà a tutte le prove di laboratorio richieste, a propria cura e spese. Avuto l'esito, la stessa autorizzerà o meno l'impiego di tali materiali o ne disporrà le opportune correzioni.

Si darà inizio ai lavori soltanto quando le condizioni ambientali (umidità, pioggia, neve, gelo) non fossero tali da produrre danni o detrimenti alla qualità dello strato stabilizzato.

Per temperature inferiori a 3°C la costruzione verrà sospesa. Il costipamento sarà effettuato con l'attrezzatura più idonea al tipo di materiale impiegato e alle condizioni di lavoro, e comunque approvata dalla Direzione Lavori. Il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito fino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 95–100% della densità massima ottenuta con la prova AASHO modificata ed un valore del modulo di compressione (misurato su piastre di 30 cm) non inferiore a 800 Kgf/cm<sup>2</sup>.

### **66.2 Strato di base in misto bitumato**

Sarà costituito di una miscela granulometrica di ghiaia o pietrisco, sabbia ed eventuale additivo o di materiale "tout venant", impastata con bitume a caldo previo riscaldamento degli aggregati. Questi ultimi dovranno essere sani, durevoli, puliti, di forma regolare e rispondenti alle seguenti caratteristiche:

- il coefficiente di frantumazione dell'aggregato (norme CNR) sarà non superiore a 160; la perdita in peso, alla prova Los Angeles, inferiore al 40%; l'equivalente in sabbia maggiore di 40;
- il coefficiente di liquidità, ricercato sul passante al setaccio 40 ASTM, dovrà risultare inferiore a 50 e l'indice di plasticità non superiore a 10;

- la percentuale media del legante (bitume B80/100 con indice di penetrazione  $\phi+1$ ), riferita al peso degli inerti, dovrà essere tra il 3,5 e il 4,5% e comunque la minima per consentire il raggiungimento del valore massimo di stabilità Marshall e di compattezza appresso riportato.

La composizione adottata dovrà essere resistente ai carichi e sufficientemente flessibile, pertanto il conglomerato dovrà presentare i seguenti requisiti:

a) Stabilità Marshall (prova ASTM D 1559), eseguita a 60°C su provini costipati con 50 colpi di maglio per faccia, non inferiore a 400 Kgf;

b) Rigidezza Marshall, cioè rapporto tra stabilità e scorrimento (in millimetri) superiore a 100; percentuale dei vuoti residui dei provini Marshall, compreso tra il 4 e l'8%.

Gli impasti verranno confezionati a caldo in apposite centrali, atte ad assicurare il perfetto essiccamento e dosaggio degli aggregati e l'esatto proporzionamento del bitume.

La miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione dopo accertata la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma e compattezza. L'operazione verrà effettuata in condizioni ambientali favorevoli, mediante macchina vibrofinitrice o altri idonei sistemi approvati dalla Direzione Lavori, a temperatura non inferiore a 6 cm e non superiore a 12 cm. Ove la stessa avvenisse in doppio strato, la sovrapposizione dovrà essere eseguita nel più breve tempo possibile e con l'interposizione di una mano di attacco di emulsione tipo ER 55 o ER 60 in ragione di 0,8 Kg/mq. Dovrà in questo caso essere curato lo sfalsamento dei giunti.

La rullatura dovrà essere eseguita a temperatura elevata con rulli tandem da 4–8 t a rapida inversione di marcia, seguiti da rulli compressori da 10–14 t ovvero da rulli gommati da 10–12 t.

A costipamento ultimato, prima della stesa dei successivi strati di pavimentazione si dovrà verificare che la massa del volume del conglomerato non fosse inferiore al 9% della massa volumica del provino Marshall costipato in laboratorio. La percentuale dei vuoti residui, nei campioni prelevati dallo strato sottoposto a controllo, non dovrà superare il 10%.

La superficie finita dello strato non dovrà discostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm. La tolleranza sullo spessore sarà consentita sino ad un massimo del  $\pm 10\%$  dello spessore stesso, con un massimo assoluto di  $\pm 1,5$  cm.

### **66.3 Strato di usura (tappeto)**

Per i conglomerati destinati allo strato di usura valgono in generale le stesse norme di cui al punto precedente, salvo le differenze riportate appresso.

L'aggregato grosso sarà costituito di pietrischetti e graniglie rispondenti ai seguenti requisiti:

- perdita in peso alla prova Los Angeles non superiore al 20% e coefficiente di frantumazione non superiore a 120;

- indice dei vuoti delle singole pezzature inferiore a 0,80; coefficiente di imbibizione inferiore a 0,015; materiale non idrofilo con limitazione, per la perdita in peso, allo 0,5%;

- coefficiente di resistenza all'usura non inferiore a 0,8 per aggregati petrograficamente omogenei, non inferiore a 0,6 almeno per il 20% in peso del materiale, nelle miscele non omoge-

nee.

Il bitume dovrà avere penetrazione 60/80 salvo diversa prescrizione. La quantità in massa dello stesso, riferita alla massa totale degli aggregati dovrà essere compresa tra il 5 ed il 7%. Il coefficiente di riempimento con bitume dei vuoti intergranulari non dovrà superare l'80%. Il contenuto di bitume della miscela dovrà comunque essere il minimo per il raggiungimento di stabilità e di compattezza di seguito riportati.

Il conglomerato bituminoso destinato allo strato di usura dovrà presentare i seguenti requisiti:

a) resistenza meccanica elevatissima e sufficiente flessibilità, stabilità Marshall, eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, non inferiore a 900Kgf; scorrimento compreso tra 1 e 3.5 mm; rigidezza Marshall (rapporto tra stabilità e scorrimento) superiore a 250 Kgf/mm; percentuale dei vuoti dei provini Marshall, nelle prescelte condizioni di impiego, compresa tra il 3 ed il 6%;

b) elevatissima resistenza all'usura superficiale; sufficiente ruvidezza della superficie e stabilità della stessa nel tempo;

c) grande compattezza: il volume dei vuoti residui a rullatura ultimata, calcolato su campioni prelevati dallo strato, dovrà essere compreso tra il 4 e l'8%. A 9 mesi dall'apertura al traffico inoltre lo stesso volume dovrà essere compreso tra il 3 ed il 6% e l'impermeabilità dovrà risultare praticamente totale.

#### 66.3.1 Posa in opera delle miscele

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

Le vibrofinitrici devono comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente.

Qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata deve essere spalmato con emulsione bituminosa cationica per assicurare la saldatura della striscia successiva.

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato, si deve procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere devono essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati deve essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, deve risultare in ogni momento non inferiore a 140° C.

La stesa dei conglomerati deve essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

Gli strati eventualmente compromessi devono essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'impresa.

La compattazione dei conglomerati deve iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

L'addensamento deve essere realizzato preferibilmente con rulli gommati.

Per gli strati di base e di binder possono essere utilizzati anche rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati, di idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

La compattazione dovrà avvenire garantendo uniforme addensamento in ogni punto in modo da evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La superficie degli strati deve presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato deve aderirvi uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 5 mm.

La miscela bituminosa dello strato di base verrà stesa dopo che sia stata accertata dalla Direzione dei Lavori la rispondenza della fondazione ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

Prima della stesa del conglomerato bituminoso su strati di fondazione in misto cementato deve essere rimossa, per garantirne l'ancoraggio, la sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso. Nel caso di stesa in doppio strato essi devono essere sovrapposti nel più breve tempo possibile. Qualora la seconda stesa non sia realizzata entro le 24 ore successive tra i due strati, deve essere interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa in ragione di 0,3 kg/m<sup>2</sup> di bitume residuo.

La miscela bituminosa del binder e del tappeto di usura verrà stesa sul piano finito dello strato sottostante dopo che sia stata accertata dalla Direzione dei Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

### 66.3.2 Controlli

Il controllo della qualità dei conglomerati bituminosi e della loro posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in situ.

Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni; un campione viene utilizzato per i controlli presso un laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. 38'/2001, l'altro resta a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.

Sui materiali costituenti devono essere verificate le caratteristiche di accettabilità.

Sulla miscela deve essere determinata la percentuale di bitume, la granulometria degli aggregati, la quantità di attivante d'adesione; devono inoltre essere controllate le caratteristiche di idoneità mediante la pressa giratoria.

I provini confezionati mediante la pressa giratoria devono essere sottoposti a prova di rottura diametrale a 25 °C (Brasiliana).

In mancanza della pressa giratoria debbono essere effettuate prove Marshall: peso di volume (DM), stabilità e rigidità (CNR B.U. n. 40/1973); percentuale dei vuoti residui (CNR B.U. n. 39/1973); resistenza alla trazione indiretta (Prova Brasiliana -CNR B.U. n. 134/1991).

Dopo la stesa la Direzione dei Lavori preleverà alcune carote per il controllo delle caratteristiche del conglomerato e la verifica degli spessori.

Sulle carote debbono essere determinati il peso di volume, la percentuale dei vuoti residui e lo spessore facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) scartando i valori con spessore in eccesso, rispetto a quello di progetto, di oltre il 5%.

Per il tappeto di usura dovrà inoltre essere misurata l'aderenza (resistenza di attrito radente) con lo Skid Tester secondo la norma CNR B.U. n. 105/1985.

#### **66.4 Pavimentazione di blocchetti prefabbricati di calcestruzzo**

È costituita da elementi prefabbricati di calcestruzzo cementizio, di forma e colori diversi, allettati in uno strato di sabbia e spesso muniti di risalti e scanalature alla periferia di ciascun elemento onde migliorare il mutuo collegamento degli elementi fra di loro.

Tale tipo di pavimentazione, prevalentemente destinata ad essere usata in zone pedonali ed in zone sottoposte a traffico leggero, può essere usata anche in zone soggette a carichi molti rilevanti, sottoposte a traffico lento, quali piazzali di sosta, di stoccaggio merci ecc, nel qual caso devono essere previsti, al di sotto dello strato di allettamento in sabbia, uno o più strati portanti di adeguato spessore.

##### 66.4.1 Massicciata

Strato di fondazione costituito da massi irregolari di pietra (scapoli) disposti accostati sul sottofondo e rinzeppati a mano con scaglie di pietrame e quindi rullato con rullo compressore pesante.

Si tratta di un tipo di struttura molto comune nel passato ed ormai completamente abbandonata.

Attualmente il termine viene talora ancora adoperato per indicare genericamente uno strato di fondazione o di base; ad evitare equivoci è opportuno che tale denominazione venga abbandonata.

#### **66.5 Pavimentazione ecologica**

Formazione di pavimentazione stradale realizzata con materiali provenienti dalle demolizioni di strutture in calcestruzzo esistenti, debitamente vagliati e frantumati con pezzatura idonea (10-12 mm) alla realizzazione di pavimentazione stradale, asciutti ed esenti da polveri, compreso e compensato carico, scarico, trasporto dei materiali all'interno del cantiere, prima riduzione di volumetria mediante pinza frantumatrice per renderlo idoneo alla successiva immissione in unità mobili di frantumazione autorizzate all'esercizio nei cantieri temporanei in base alle vigenti normative in materia ambientale, separazione e recupero materiali acciaioli, accumulo temporaneo in aree di cantiere per il riutilizzo, successiva stesa, idonea rullatura, bagnatura, livellazione e successiva aspersione con idonei macchinari di collante sinte-

tico atossico, incolore ed ecocompatibile in soluzione acquosa, compreso lo scavo ed il trasporto dei materiali di risulta in discarica - dello spessore finito di cm 25.

## **Art. 67 Barriere stradali di sicurezza**

### **67.1 Barriere di sicurezza in acciaio**

Si definiscono barriere stradali di sicurezza i dispositivi aventi lo scopo di realizzare il contenimento dei veicoli che dovessero tendere alla fuoriuscita dalla carreggiata stradale, nelle migliori condizioni di sicurezza possibili.

Per le caratteristiche tecniche di accettazione e collazione delle barriere stradali di sicurezza si farà riferimento alle prescrizioni progettuali ed alle seguente norme:

C.M. 11 luglio 1987, n. 2337 -Fornitura e posa in opera di beni inerenti la sicurezza della circolazione stradale;

D.M. 4 maggio 1990 - Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo dei ponti stradali;

C.M. 25 febbraio 1991, n. 34233 - Legge 2 febbraio 1974, n. 64 - Art. 1, D.M. 4 maggio 1990. Istruzioni relative alla normativa tecnica dei ponti stradali;

D.M. 18 febbraio 1992, n. 223 - Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza;

C.M. 9 giugno 1995, n. 2595 -Barriere stradali di sicurezza. D.M. 18 febbraio 1992, n. 223;

C.ANAS 26 luglio 1996, n. 749/1996 - Fornitura e posa di beni inerenti la sicurezza della circolazione stradale";

D.M. 15 ottobre 1996 -Aggiornamento del D.M. 18 febbraio 1992, n. 223, recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza;

C.M. 16 maggio 1996, n. 2357 - Fornitura e posa in opera di beni inerenti la sicurezza della circolazione stradale;

C.M. 15 ottobre 1996. n. 4622 - Istituti autorizzati all'esecuzione di prove d'impatto in scala reale su barriere stradali di sicurezza;

D.M. LL.PP. 15 ottobre 1996 - Aggiornamento del decreto ministeriale 18 febbraio 1992, n. 223, recante istruzioni per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza;

C. Ente Nazionale per le strade Prot. 05 dicembre 1997, n. 17600 - Progettazione, omologazione e impiego delle barriere stradali di sicurezza;

D.M. 3 giugno 1998 - Ulteriore aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e delle prescrizioni tecniche per le prove ai fini dell'omologazione;

D.M. LL.PP. 11 giugno 1999 - Integrazioni e modificazioni al decreto ministeriale 3 giugno 1998, recante "Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza";

C.M. 6 aprile 2.000 - Art. 9 del decreto ministeriale 18 febbraio 1992, n. 223, e successive modificazioni: Aggiornamento della circolare recante l'elenco degli istituti autorizzati alle prove di impatto al vero ai fini dell'omologazione;

Det. 24 maggio 2001, n. 13/2001 - Appalti per opere protettive di sicurezza stradale (barriere stradali di sicurezza);

D.M. 5 novembre 2001 - Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade;

C.M. 4 luglio 2002, n. 1173 - Comunicazione dell'avvenuta omologazione di tre barriere stradali di sicurezza per la classe H4, destinazione "spartitraffico" ai sensi dell'art. 9 del decreto ministeriale 18 febbraio 1992, n. 223;

D.M. 14 gennaio 2008 Norme tecniche per le costruzioni.

*Norme UNI:*

UNI EN 1317-1 - Barriere di sicurezza stradali. Terminologia e criteri generali per i metodi di prova;

UNI EN 1317-2 - Barriere di sicurezza stradali. Classi di prestazione, criteri di accettazione delle prove d'urto e metodi di prova per le barriere di sicurezza;

UNI EN 1317-3 - Barriere di sicurezza stradali - Classi di prestazione.

Il produttore è responsabile della rispondenza del prodotto fornito alle norme di omologazione, ed il progettista deve curare il corretto inserimento del manufatto nel tessuto viario.

Il Direttore dei Lavori e l'appaltatore, ciascuno per la parte di propria competenza, hanno la responsabilità della rispondenza dell'opera al progetto, alle prescrizioni di esecuzione e/o alle modalità di posa in opera, della qualità dei materiali.

Non possono essere aperte al traffico le strade per le quali non siano state realizzate le protezioni previste nel progetto approvato.

*-Conformità delle barriere e dei dispositivi*

Ai fini della produzione ed accettazione delle barriere di sicurezza ed altri dispositivi, i loro materiali componenti devono avere le caratteristiche costitutive descritte nella documentazione presentata per l'omologazione; i supporti devono anche essere conformi a quanto previsto nella predetta documentazione e riportato sul certificato di omologazione.

Tutte le barriere, sia del tipo prefabbricato prodotto fuori opera o in stabilimento, sia del tipo costruito in opera, dovranno essere realizzate con le stesse caratteristiche di cui sopra, risultanti da una dichiarazione di conformità di produzione che, nel caso di barriera con componentistica di più origini, dovrà riguardare ogni singolo componente strutturale.

Tale dichiarazione dovrà essere emessa dalla ditta produttrice e sottoscritta dal suo direttore tecnico a garanzia della rispondenza del prodotto ai requisiti di cui al certificato di omologazione. L'attrezzatura posta in opera inoltre dovrà essere identificabile con il nome del produttore e la sigla di omologazione (tipo e numero progressivo).

Dovrà inoltre essere resa una dichiarazione di conformità di installazione, nella quale il direttore tecnico dell'impresa installatrice garantirà la rispondenza dell'eseguito alle prescrizioni tecniche descritte nel certificato di omologazione.



Queste dichiarazioni dovranno essere associate, a seconda dei casi, alle altre attestazioni, previste dalla normativa vigente in termini di controllo di qualità ed altro.

#### *-Criteri di installazione*

Le zone, ai margini della carreggiata stradale, da proteggere mediante la installazione di barriere, sono quelli previsti dall'art. 3 delle istruzioni tecniche allegate al D.M. 3 giugno 1998.

Al fine di elevare il livello di servizio delle strade ed autostrade statali e la qualità delle pertinenze stradali, di garantire le migliori condizioni di sicurezza per gli utenti della strada e per i terzi, di assicurare la protezione delle zone limitrofe della carreggiata stradale e di impedirne la fuoriuscita dei veicoli, le barriere stradali di sicurezza dovranno essere progettate e realizzate a norma delle seguenti disposizioni ed istruzioni ed ai relativi aggiornamenti:

Il livello di contenimento Lc e l'indice di severità dell'accelerazione ASI previsti per verificare l'efficienza e la funzionalità delle barriere stradali di sicurezza (D.M. 3 giugno 1998), dovrà essere comprovato, in attesa delle omologazione ufficiali pronunciate dal succitato decreto, con certificazioni di prove d'impatto al vero (crasch-test) eseguite presso i laboratori ufficiali autorizzati dal Ministero dei LL.PP. di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.

Dette prove saranno eseguite con le modalità tecniche esecutive richiamate nel D.M. 3 giugno 1998 e successive modifiche ed integrazioni.

Nel caso di "barriere stradali di sicurezza" da installare su ponti (viadotti, sottovia o cavalcavia, sovrappassi, sottopassi, strade sopraelevate, ecc.) si dovranno adottare oltre le disposizioni tecniche sopra elencate anche le norme previste dal D.M. 14 gennaio 2008: Norme tecniche per le costruzioni.

I parapetti su opere d'arte stradali (ponti, viadotti, sottovia o cavalcavia, ecc., muri di sostegno) verranno installati in corrispondenza dei cigli dei manufatti.

Le barriere ed i parapetti devono avere caratteristiche tali da resistere ad urti di veicoli e da presentare una deformabilità pressoché costante in qualsiasi punto.

Inoltre devono assicurare il contenimento dei veicoli collidenti sulla barriera (e tendenti alla fuoriuscita dalla carreggiata stradale) nelle migliori condizioni di sicurezza possibile.

Per gli altri tipi di barriere di sicurezza, che dovranno essere realizzate secondo le istruzioni tecniche previste dal D.M. 3 giugno 1998 e successive modifiche ed integrazioni, ed a norma delle disposizioni ed istruzioni sopra elencate, il progetto esecutivo indicherà e prescriverà peraltro: le caratteristiche specifiche costruttive, la loro tipologia strutturale ed i materiali da impiegare nel rispetto delle norme tecniche vigenti.

La Direzione dei Lavori potrà ordinare tutti gli accorgimenti esecutivi per assicurare un'adeguata collocazione dei sostegni in terreni di scarsa consistenza, prevedendone anche l'infittimento locale.

In casi speciali, con l'autorizzazione scritta della Direzione dei Lavori, i sostegni potranno essere ancorati al terreno per mezzo di un idoneo basamento in calcestruzzo.

Le strutture da collocare nell'aiuola spartitraffico saranno costituite da una o due file di barriere ancorate ai sostegni .

Restano ferme per tali barriere tutte le caratteristiche fissate per le barriere laterali, con l'avvertenza di adottare particolare cura per i pezzi terminali di chiusura e di collegamento delle due fasce.

Ad interasse non superiore a quello corrispondente a tre fasce dovrà essere eseguita l'installazione di dispositivi rifrangenti del tipo omologato, aventi area non inferiore a 50 cm<sup>2</sup>, disposti in modo che le loro superfici risultino pressoché normali all'asse stradale.

#### *-Individuazione delle zone da proteggere*

La protezione deve riguardare almeno:

- i bordi di tutte le opere d'arte all'aperto, quali ponti, viadotti, ponticelli, sovrappassi e muri di sostegno della carreggiata, indipendentemente dalla loro estensione longitudinale e dall'altezza dal piano di campagna; la protezione dovrà estendersi opportunamente oltre lo sviluppo longitudinale strettamente corrispondente all'opera sino a raggiungere punti (prima e dopo l'opera) per i quali possa essere ragionevolmente escluso il rischio di conseguenze disastrose derivanti dalla fuoriuscita dei veicoli dalla carreggiata;

- lo spartitraffico ove presente;

- il bordo stradale nelle sezioni in rilevato; la protezione è necessaria per tutte le scarpate aventi pendenza maggiore o uguale a 2/3. Nei casi in cui la pendenza della scarpata sia inferiore a 2/3, la necessità di protezione dipende dalla combinazione della pendenza e dell'altezza della scarpata, tenendo conto delle situazioni di potenziale pericolosità a valle della scarpata (edifici da proteggere o simili);

- gli ostacoli fissi che potrebbero costituire un pericolo per gli utenti della strada in caso di urto, quali pile di ponti, rocce affioranti, opere di drenaggio non attraversabili, alberature, pali di illuminazione e supporti per segnaletica non cedevoli, corsi d'acqua, ecc. e gli oggetti che in caso di urto potrebbero comportare pericolo per i non utenti della strada, quali edifici pubblici o privati, scuole, ospedali, ecc.. Occorre proteggere i suddetti ostacoli ed oggetti nel caso in cui non sia possibile o conveniente la loro rimozione e si trovino ad una distanza dal ciglio esterno della carreggiata inferiore ad una opportuna distanza di sicurezza; tale distanza varia in funzione dei seguenti parametri: velocità di progetto, volume di traffico, raggio di curvatura dell'asse stradale, pendenza della scarpata, pericolosità dell'ostacolo.

I valori indicativi per la distanza di sicurezza sono i seguenti: 3 m per strada in rettilineo a livello di piano di campagna, V = 70 km/h, TGM 1.000; 10 m per strada in rettilineo ed in rilevato con pendenza pari ad 1/4, V= 110 km/h, TGM 6.000.

#### *-Caratteristiche costruttive*

La barriera sarà costituita da una serie di sostegni in profilato metallico e da una fascia orizzontale metallica, con l'interposizione di opportuni elementi distanziatori.

Le fasce dovranno essere fissate ai sostegni in modo che il loro bordo superiore si trovi ad una altezza non inferiore a 70 cm dalla pavimentazione finita e che il loro filo esterno abbia aggetto non inferiore a 15 cm dalla faccia del sostegno lato strada.

Le fasce saranno costituite da nastri metallici aventi: spessore minimo di 3 mm, profilo a doppia onda, altezza effettiva non inferiore a 300 mm, sviluppo non inferiore a 475 mm, modulo di resistenza non inferiore a 25 cm<sup>3</sup>.

Le fasce dovranno essere collocate in opera con una sovrapposizione non inferiore a 32 cm.

I sostegni della barriera saranno costituiti da profilati metallici, con profilo a C di dimensioni non inferiori a 80 mm x 120 mm x 80 mm, aventi spessore non inferiore a 6 mm, lunghezza non inferiore a 1,65 m per le barriere centrali e 1,95 m per quelle laterali.

I sostegni stessi dovranno essere infissi in terreni di normale portanza per una profondità non minore di 0,95 m per le barriere centrali e 1,20 m per le barriere laterali e posti ad intervallo non superiore a 3,60 m.

La Direzione dei Lavori potrà ordinare una maggiore profondità o altri accorgimenti esecutivi per assicurare un adeguato ancoraggio del sostegno in terreni di scarsa consistenza, come pure potrà variare l'interasse dei sostegni.

In casi speciali, quali zone rocciose o altro, previa approvazione della Direzione dei Lavori, i sostegni potranno essere ancorati al terreno a mezzo di basamento in calcestruzzo, avente almeno un  $R_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$  e delle dimensioni fissate dal progetto.

Le giunzioni, che dovranno avere il loro asse in corrispondenza dei sostegni, devono essere ottenute con sovrapposizione di due nastri per non meno di 32 cm, effettuata in modo che, nel senso di marcia dei veicoli, la fascia che precede sia sovrapposta a quella che segue.

Il collegamento delle fasce tra loro ed i loro sostegni, con l'interposizione dei distanziatori metallici, deve assicurare, per quanto possibile, il funzionamento della barriera a trave continua ed i sistemi di attacco (bulloni e piastrine copriasola) debbono impedire che, per effetto dell'allargamento dei fori, possa verificarsi lo sfilamento delle fasce.

I distanziatori avranno: altezza di 30 cm; profondità non inferiore a 15 cm; spessore minimo di 2,5 mm, salvo l'adozione, in casi speciali, di distanziatori del tipo europeo.

I sistemi di attacco saranno costituiti da: bulloneria a testa tonda ad alta resistenza e piastrina copriasola antisfilamento di dimensioni 45 mm x 100 mm e di spessore 4 mm.

Tutti gli elementi metallici costituenti la barriera devono essere in acciaio di qualità non inferiore a Fe 360, zincato a caldo con una quantità di zinco non inferiore a 300 g/m<sup>2</sup> per ciascuna faccia e nel rispetto della normativa UNI 5744/66.

I sistemi di collegamento delle fasce ai sostegni debbono consentire la ripresa dell'allineamento sia durante la posa in opera, sia in caso di cedimenti del terreno, consentendo un movimento verticale di più o meno 2 cm ed orizzontale di più o meno 1 cm.

Le fasce ed i sistemi di collegamento ai sostegni dovranno consentire la installazione delle barriere lungo curve di raggio non inferiore a 50 m, senza ricorrere a pezzi o sagomature speciali.

Ogni tratto sarà completato con pezzi terminali curvi, opportunamente sagomati, in materiale del tutto analogo a quello usato per le fasce.

Le barriere da collocare nelle aiuole spartitraffico saranno costituite da una doppia fila di barriere del tipo avanti descritto, aventi i sostegni ricadenti in coincidenza delle stesse sezioni trasversali.

Restano ferme per tali barriere tutte le caratteristiche fissate per le barriere laterali, con l'avvertenza di adottare particolare cura per i pezzi terminali di chiusura e di collegamento delle due fasce, che dovranno essere sagomate secondo forma circolare che sarà approvata dalla Direzione dei Lavori.

In proposito si fa presente che potrà essere richiesta dalla Direzione dei Lavori anche una diversa sistemazione (interramento delle testate).

Le sopraccitate caratteristiche e modalità di posa in opera minime sono riferite a quelle destinazioni che non prevedono il contenimento categorico dei veicoli in carreggiata (rilevati e trincee senza ostacoli fissi laterali).

Per barriere da ponte o viadotto, per spartitraffici centrali e/o in presenza di ostacoli fissi laterali, curve pericolose, scarpate ripide, acque o altre sedi stradali o ferroviarie adiacenti, si dovranno adottare anche diverse e più adeguate soluzioni strutturali, come l'infittimento dei pali e l'utilizzo di pali di maggior resistenza.

Ad interasse non superiore a quello corrispondente a tre fasce dovrà essere eseguita la installazione di dispositivi rifrangenti, i quali avranno area non inferiore a 50 cm<sup>2</sup>, in modo che le loro superfici risultino pressoché normali all'asse stradale.

#### *-Caratteristiche di resistenza agli urti*

Le barriere, nel caso di nuovo impianto, o comunque di significativi interventi, dovranno avere caratteristiche di resistenza almeno pari a quelle richieste dal D.M. 11 giugno 1999, D.M. 3 giugno 1998, tabella A) per il tipo di strada, di traffico, ubicazione della barriera stessa.

Le caratteristiche predette saranno verificate dalla Direzione dei Lavori sulla base dei certificati di omologazione esibiti dall'appaltatore ed ottenuti in base ai disposti del D.M. 11 giugno 1999, del D.M. 3 giugno 1998, ovvero, nel caso di non avvenuta omologazione e/o nelle more del rilascio di essa, l'appaltatore dovrà fornire alla Direzione dei Lavori un'idonea documentazione dalla quale risulti che ognuna delle strutture da impiegare nel lavoro ha superato con esito positivo le prove dal vero (crash test) effettuate secondo le procedure fissate dai citati decreti ministeriali. Le prove dovranno essere state effettuate presso i campi prove autorizzati come da C.M. 6 aprile 2000.

La predetta documentazione dovrà essere consegnata alla Direzione dei Lavori all'atto della consegna dei lavori.

I materiali da impiegare nei lavori dovranno corrispondere ai requisiti di seguito prefissati:

a) materiali metallici in genere: saranno esenti da scorie, soffiature e da qualsiasi altro difetto; gli acciai per c.a., c.a.p. e carpenteria metallica dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti dalle norme tecniche vigenti D.M. 14 gennaio 2008; tutti gli elementi metallici costituenti la barriera devono essere in acciaio di qualità non inferiore a S235JR secondo EN 10025, la bulloneria secondo la norma UNI 3740, il tutto zincato a caldo nel rispetto della norma UNI EN ISO 1461.

Nel caso di forniture di barriere di sicurezza, corredate da certificazioni di prove dal vero, la classe della bulloneria e le caratteristiche dimensionali di tutti i singoli componenti saranno quelle indicate nei disegni allegati ai certificati medesimi.

b) barriere metalliche: avranno i seguenti requisiti:

- acciaio impiegato: le qualità da utilizzare dovranno essere conformi a quelle previste dai certificati di omologazione o dai rapporti di prove di urto al vero, sia per quanto riguarda le caratteristiche meccaniche sia per quelle chimiche. L'acciaio dovrà inoltre essere zincabile.

- tolleranze di spessore: le tolleranze di spessore ammesse sono quelle della norma EN 10051/91.

- collaudi e documenti tecnici

La qualità delle materie prime deve essere certificata dai relativi produttori o da enti o laboratori ufficiali di cui all'art. 59 del D.P.R. n.380/2002. Tutte le barriere dovranno essere identificabili con il nome del produttore.

Se omologate, dovranno riportare la classe di appartenenza e la sigla di omologazione, nel tipo e numero progressivo.

## **67.2 Barriere di sicurezza a doppia onda**

La barriera è costituita da una serie di sostegni in profilato metallico, da una o più fasce orizzontali metalliche sagomate a doppia onda, con l'interposizione di opportuni elementi distanziatori o travi di ripartizione.

Le fasce sono costituite da nastri metallici di lunghezza compresa tra 3,00 e 4,00 m muniti, all'estremità, di una serie di 9 fori per assicurare l'unione al nastro successivo e al sostegno, aventi spessore minimo di 3,0 mm, altezza effettiva 300 mm, sviluppo non inferiore a 475 mm e modulo di resistenza non inferiore a 25 cm<sup>3</sup>. Le giunzioni, che dovranno avere il loro asse in corrispondenza dei sostegni, devono essere ottenute con sovrapposizione di due nastri per 32 cm, eseguita in modo che, nel senso di marcia dei veicoli, la fascia che precede sia sovrapposta a quella che segue.

I montanti metallici dovranno avere caratteristiche dimensionali e forme indicate nelle relative certificazioni. I sostegni verticali potranno essere collegati, nella parte inferiore, da uno o più correnti ferma ruota realizzati in profilo presso piegato di idonee sezioni e di conveniente spessore secondo i vari modelli di barriere certificate.

I distanziatori saranno interposti tra le fasce ed i montanti prevedendone il collegamento tramite bulloneria.

Tali sistemi di unione sono costituiti da bulloneria a testa tonda e piastrina copriasola antisfilamento.

I sistemi di unione delle fasce ai sostegni debbono consentire la ripresa dell'allineamento sia durante la posa in opera sia in caso di cedimenti del terreno, consentendo limitati movimenti verticali ed orizzontali. Ogni tratto sarà completato con i relativi terminali, opportunamente sagomati, in materiale del tutto analogo a quello usato per le fasce.

*-Installazione*

I parapetti da installare in corrispondenza dei manufatti saranno costituiti in maniera del tutto analoga alle barriere avanti descritte, e cioè da una serie di sostegni verticali in profilato metallico, da una fascia orizzontale metallica, fissata ai sostegni a mezzo di distanziatori, e da un corrimano in tubolare metallico posto ad altezza non inferiore a m 1 dal piano della pavimentazione finita.

I parapetti realizzati sui ponti (viadotti, sottovia o cavalcavia, sovrappassi, sottopassi, strade sopraelevate, ecc.) dovranno rispondere alle norme previste del D.M. 14 gennaio 2008.

I parapetti dovranno essere realizzati, per quanto attiene gli acciai laminati a caldo, con materiali rispondenti alle prescrizioni contenute nel D.M. 14 gennaio 2008.

I sostegni per parapetti saranno in profilato di acciaio, in un solo pezzo opportunamente sagomato, ed avranno, per la parte inferiore reggente la fascia, caratteristiche di resistenza pari a quelle richieste per i sostegni delle barriere. I sostegni saranno di norma alloggiati, per la occorrente profondità, in appositi fori di ancoraggio predisposti, o da predisporre da parte della stessa impresa, sulle opere d'arte e fissati con adeguata malta secondo le prescrizioni previste in progetto e/o indicate della Direzione dei Lavori. I fori dovranno essere eseguiti secondo le prescrizioni previste in progetto e/o indicate dalla Direzione dei Lavori; altrettanto dicasi per il ripristino delle superfici manomesse.

La fascia dovrà essere uguale a quella impiegata per la barriera, ed essere posta in opera alla stessa altezza di quest'ultima dal piano della pavimentazione finita, anche se l'interasse dei sostegni risulterà inferiore.

Il corrimano, in tubolare metallico delle dimensioni esterne non inferiore a 45 mm e spessore non inferiore a 2,4 mm, sarà fissato allo stesso sostegno della fascia.

Tutte le parti metalliche dei parapetti dovranno essere in acciaio di qualità non inferiore a Fe 360 ed assoggettate alla zincatura a caldo mediante il procedimento a bagno.

I quantitativi minimi di zinco saranno di grammi 300 per metro quadrato e per ciascuna faccia; i controlli dei quantitativi di zinco saranno effettuati secondo i procedimenti previsti dalle norme ASTM n. A 90/53 ed UNI 5744/66.

Ad interasse non superiore a quello corrispondente a tre elementi (in media ogni quattro sostegni) dovrà essere eseguita la installazione di dispositivi rifrangenti, i quali avranno area non inferiore a 50 cm<sup>2</sup>, in modo che le loro superfici risultino pressoché normali all'asse stradale.

#### *-Prove tecniche (statiche dinamiche) sulle barriere*

Le prove (statiche dinamiche) d'impatto al vero (crash-test) per la valutazione sia delle caratteristiche prestazionali e sia dell'efficienza delle barriere di sicurezza stradali (da realizzare a norma del D.M. 3 giugno 1998 e successive modifiche ed integrazioni), dovranno essere eseguite, come previsto dalle Circolari del Ministero LL.PP del 15 ottobre 1996 e del 6 aprile 2.000, presso i sottoelencati istituti autorizzati:

- il Centro prove per barriere di sicurezza stradali di Anagni - Centro rilevamento dati sui materiali di Fiano Romano della società Autostrade S.p.a.;

-il Laboratorio L. I. E. R., Laboratoire d'essais INRETS - Equipments de la Route, con sede in D29 Route de Crémieu B.P. 352 69125 Lyon Satolas Aéroport -Francia;  
TUV BAYERN SACHSEN E. V. -Institut für Fahrzeugtechnik GmbH, con sede in Daimlerstraße, 11 D-85748 GARCHING (Repubblica Federale Tedesca).

### **67.3 Barriere di sicurezza in metallo-legno**

#### *-Legno lamellare-acciaio*

La barriera di sicurezza in metallo-legno lamellare potrà essere costituita da:

- fascia di protezione realizzata con travi in legno lamellare di conifera, piallate su tutte le facce, a spigoli smussati, ciascuna assemblata ad un nastro in acciaio. Per conferire continuità strutturale in senso longitudinale alla fascia, i nastri metallici sono collegati nel senso della lunghezza attraverso un giunto realizzato mediante una piastra di continuità in acciaio;
- montanti in acciaio, ricoperti (per la parte fuori terra) da elementi in legno lamellare appositamente lavorati fino a rivestire interamente il montante sui lati ed in sommità. Tale rivestimento è sagomato in sommità per limitare ogni infiltrazione di acqua nel legno, favorendo il deflusso delle acque piovane;
- elementi terminali costituiti dagli stessi materiali delle fasce, ma opportunamente lavorati per consentire una idonea chiusura del tratto di barriera, sia dal punto di vista estetico, che funzionale.

#### *-Legno -acciaio*

La barriera di sicurezza in metallo-legno potrà essere costituita da:

- piantone in tondo di legno, con anima in acciaio zincato a sezione C;
- listone orizzontale in tondo di legno anch'esso con anima in acciaio composta da profilato ad U dipendente dell'interasse dei piantoni;
- ciascun montante dovrà essere rivestito in tutti i suoi lati con una copertura integrale opportunamente lavorata in legno;
- i listoni orizzontali vanno posizionati con il bordo superiore a 80 cm dalla sede stradale; l'unione tra questi elementi dovrà essere assicurata da piastre in acciaio zincato ognuna delle quali appositamente bloccata da due piastrine in acciaio zincato;
- aggiunta di corrimano pedonale, con funzione esclusiva di parapetto pedonale, posizionato con il bordo superiore a 110 cm dalla sede stradale, realizzato in tondo di legno, dipendente dall'interasse dei piantoni.

Il corrimano dovrà essere ancorato con speciali staffe in acciaio verniciato fissate direttamente sul montante in acciaio della barriera stradale.

Tutto il legno dovrà essere trattato in autoclave con prodotti idonei alla lunga conservazione del materiale.

## **Art. 68 Opere d'arte**

### **68.1 Caditoie stradali**

Si intendono i dispositivi che hanno la funzione di raccolta delle acque defluenti nelle cunette stradali o ai bordi di superficie scolanti opportunamente sagomate.

Le caditoie devono essere costituite da un pozzetto di raccolta interrato, generalmente prefabbricato, dotate di un dispositivo di coronamento formato da un telaio che sostiene un elemento mobile detto griglia o coperchio, che consente all'acqua di defluire nel pozzetto di raccolta per poi essere convogliata alla condotta di fognatura.

La presa dell'acqua avviene a mezzo di una bocca superiore, orizzontale o verticale, i cui principali tipi sono: a griglia; a bocca di lupo; a griglia e bocca di lupo; a fessura.

Un idoneo dispositivo posto tra la griglia di raccolta e la fognatura deve impedire il diffondersi degli odori verso l'esterno (caditoia sifonata).

Le caditoie potranno essere disposte secondo le prescrizioni del punto 5 della UNI EN 124 - Dispositivi di coronamento e di chiusura per zone di circolazione. Principi di costruzione, prove di tipo, marcatura e controllo qualità - che classifica i dispositivi di chiusura e di coronamento nei seguenti gruppi in base al luogo di impiego:

- Gruppo 1 (classe A 15) per zone usate esclusivamente da ciclisti e pedoni;
- Gruppo 2 (classe B 125) per marciapiedi, zone pedonali, aree di sosta e parcheggi multipiano;
- Gruppo 3 (classe C 250), per banchine carrabili e cunette e parcheggi per automezzi pesanti, che si estendono al massimo per 50 cm nella corsia di circolazione e fino a 20 cm sul marciapiede, a partire dal bordo;
- Gruppo 4 (classe D 400), per strade provinciali e statali e aree di parcheggio per tutti i tipi di veicoli;
- Gruppo 5 (classe E 600), per aree soggette a transito di veicoli pesanti;
- Gruppo 6 (classe F 900) per aree soggette a transito di veicoli particolarmente pesanti.

### **68.2 Pozzetti per la raccolta delle acque stradali**

I pozzetti per la raccolta delle acque stradali potranno essere costituiti da pezzi speciali intercambiabili, prefabbricati in conglomerato cementizio armato vibrato, ad elevato dosaggio di cemento, e pareti di spessore non inferiore a 4 cm, ovvero confezionato in cantiere, con caditoia conforme alle prescrizioni della norma UNI EN 124.

Potranno essere realizzati mediante associazione dei pezzi idonei: pozzetti con o senza sifone e con raccolta dei fanghi attuata mediante appositi cestelli tronco-conici in acciaio zincato muniti di manico, ovvero con elementi di fondo installati sotto lo scarico. La dimensione interna del pozzetto dovrà essere maggiore o uguale a 45 x 45 cm e di 45 x 60 cm per i pozzetti sifonati; il tubo di scarico deve avere diametro interno minimo 150 mm.



I pozzetti devono essere forniti perfettamente lisci e stagionati, privi di cavillature, fenditure, scheggiature o altri difetti; l'eventuale prodotto impermeabilizzante deve essere applicato nella quantità indicata dalla Direzione dei Lavori.

I pozzetti stradali prefabbricati in calcestruzzo armato saranno posti in opera su sottofondo in calcestruzzo dosato a 200 kg di cemento tipo 325 per m<sup>3</sup> d'impasto; la superficie superiore del sottofondo dovrà essere perfettamente orizzontale ed a quota idonea a garantire l'esatta collocazione altimetrica del manufatto rispetto alla pavimentazione stradale.

Prima della posa dell'elemento inferiore, si spalmerà il sottofondo con cemento liquido, e, qualora la posa avvenga a sottofondo indurito, questo dovrà essere convenientemente bagnato.

I giunti di collegamento dei singoli elementi prefabbricati devono essere perfettamente sigillati con malta cementizia.

Nella posa dell'elemento contenente la luce di scarico, si avrà cura di angolare esattamente l'asse di questa rispetto alla fognatura stradale, in modo che il condotto di collegamento possa inserirsi in quest'ultima senza curve o deviazioni.

Per consentire la compensazione di eventuali differenze altimetriche, l'elemento di copertura dovrà essere posato su anelli di conguaglio dello spessore occorrente.

Se l'immissione avviene dal cordolo del marciapiede, si avrà cura di disporre la maggiore delle mensole porta secchiello parallela alla bocchetta, così da guidare l'acqua. Poiché lo scarico del manufatto è a manicotto, qualora vengano impiegati, per il collegamento alla fognatura, tubi a bicchiere, tra il bicchiere del primo tubo a valle e il manicotto del pozzetto dovrà essere inserito un pezzo liscio di raccordo.

#### *-Materiali*

Il punto 6.1.1 della norma UNI EN 124 prevede per la fabbricazione dei dispositivi di chiusura e di coronamento, escluso le griglie, l'impiego dei seguenti materiali:

- ghisa a grafite lamellare
- ghisa a grafite sferoidale
- getti in acciaio
- acciaio laminato
- uno dei materiali ai punti precedenti abbinati con calcestruzzo
- calcestruzzo armato.

L'eventuale uso di acciaio laminato sarà ammesso, previa adeguata protezione contro la corrosione; il tipo di protezione richiesta contro la corrosione dovrà essere stabilito, previo accordo fra Direzione dei Lavori e appaltatore.

La citata norma UNI EN 124 prevede per la fabbricazione delle griglie i seguenti materiali:

- ghisa a grafite lamellare
- ghisa a grafite sferoidale
- getti in acciaio.

Il riempimento dei coperchi potrà essere realizzato in calcestruzzo o in altro materiale adeguato, solo previo consenso della Direzione dei Lavori.

I materiali di costruzione devono essere conformi alle norme di cui al punto 6.2 della UNI EN 124.

Nel caso di coperchio realizzato in calcestruzzo armato: per le classi da B 125 a F 900, il calcestruzzo dovrà avere una resistenza a compressione a 28 giorni, secondo le norme DIN 4281, pari ad almeno  $45 \text{ N/mm}^2$ , nel caso di provetta cubica con 150 mm di spigolo, e pari a  $40 \text{ N/mm}^2$  nel caso di provetta cilindrica di 150 mm di diametro e 300 mm di altezza; per la classe A 15 la resistenza a compressione del calcestruzzo non deve essere inferiore a  $20 \text{ N/mm}^2$ .

Il copriferro in calcestruzzo dell'armatura del coperchio dovrà avere uno spessore di almeno 2 cm su tutti i lati, eccettuati i coperchi che hanno il fondo in lastra di acciaio, getti d'acciaio, ghisa a grafite lamellare o sferoidale.

Il calcestruzzo di riempimento del coperchio dovrà essere additivato con materiali indurenti per garantire una adeguata resistenza all'abrasione.

#### *-Marcatura*

Secondo il punto 9 della UNI EN 124, tutti i coperchi, griglie e telai devono portare una marcatura leggibile e durevole e visibile dopo la posa in opera, indicante:

- la norma UNI;
- la classe o le classi corrispondenti;
- il nome e/o la sigla del produttore;
- marchio dell'eventuale ente di certificazione;
- eventuale indicazioni previsti dalla lett. e) del citato punto 9 della UNI EN 124;
- eventuale indicazioni previsti dalla lett. f) del citato punto 9 della UNI EN 124.

#### *-Caratteristiche costruttive*

I dispositivi di chiusura e di coronamento devono essere esenti da difetti che possano comprometterne l'uso.

I dispositivi di chiusura dei pozzetti possono essere previsti con o senza aperture di aerazione. Nel caso in cui i dispositivi di chiusura sono con aperture d'aerazione, la superficie minima d'aerazione dovrà essere conforme ai valori del prospetto II del punto 7.2 della UNI EN 124.

#### *-Aperture di aerazione*

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

#### *-Dimensione di passaggio*

La dimensione di passaggio dei dispositivi di chiusura delle camerette d'ispezione deve essere di almeno 60 cm, per consentire il libero passaggio di persone dotate di idoneo equipaggiamento.

#### *-Profondità di incastro*

I dispositivi di chiusura e di coronamento delle classi D 400, E 600 e F 900, aventi dimensione di passaggio minore o uguale a 650 mm, devono avere una profondità d'incastro di almeno 50 mm; tale prescrizione non è richiesta per i dispositivi il cui coperchio o griglia è adegua-

tamente fissato, per mezzo di un chiavistello, per prevenire gli spostamenti dovuti al traffico veicolare.

#### *-Sedi*

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

#### *-Protezione spigoli*

Gli spigoli e le superfici di contatto fra telaio e coperchio dei dispositivi di chiusura in calcestruzzo armato di classe da A 15 a D 400 devono essere protetti con idonea guarnizione in ghisa o in acciaio dello spessore previsto dal prospetto III della UNI EN 124.

La protezione degli spigoli e delle superfici di contatto fra telaio e coperchio dei dispositivi di chiusura delle classi da E 600 a F 900 deve essere conforme alle prescrizioni progettuali.

#### *-Fessure*

Le fessure, per le classi da A 15 a B 125, devono essere conformi alle prescrizioni del prospetto IV della UNI EN 124, e al prospetto V della citata norma per le classi da C 250 a F 900.

#### *-Cestelli e secchi scorificatori*

Gli eventuali cesti di raccolta del fango devono essere realizzati in lamiera di acciaio zincata, con fondo pieno e parete forata, tra loro uniti mediante chiodatura, saldatura, piegatura degli orli o flangiatura. Essi appoggeranno su due mensole diseguali ricavate in uno dei pezzi speciali. Devono essere di facile sollevamento e alloggiati su appositi risalti ricavati nelle pareti dei pozzetti.

Nel caso di riempimento del cestello dovrà essere assicurato il deflusso dell'acqua e l'aerazione.

#### *-Stato della superficie*

La superficie superiore delle griglie e dei coperchi delle classi da D 400 a F 900 dovrà essere piana con tolleranza dell'1%.

Le superfici superiori in ghisa o in acciaio dei dispositivi di chiusura devono essere conformate in modo da risultare non sdruciolevoli e libere da acque superficiali.

#### *-Sbloccaggio e rimozione dei coperchi*

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

#### *-Dispositivi di chiusura e di coronamento*

I pezzi di copertura dei pozzetti saranno costituiti da un telaio nel quale troveranno alloggiamento le griglie, per i pozzetti da cunetta, ed i coperchi, per quelli da marciapiede.

Nel caso sia prevista l'installazione dei cesti per il fango, potrà essere prescritto che la griglia sia munita di una tramoggia per la guida dell'acqua.

Prima della posa in opera, la superficie di appoggio dei dispositivi di chiusura e di coronamento dovrà essere convenientemente pulita e bagnata; verrà quindi steso un letto di malta a 500 kg di cemento tipo 425 per m<sup>3</sup> di impasto, sopra il quale sarà infine appoggiato il telaio. La superficie superiore del dispositivo dovrà trovarsi, a posa avvenuta, al perfetto piano della pavimentazione stradale.

Lo spessore della malta che si rendesse a tale fine necessario non dovrà tuttavia eccedere i 3 cm; qualora occorressero spessori maggiori, dovrà provvedersi in alternativa, a giudizio della Direzione dei Lavori, o all'esecuzione di un sottile getto di conglomerato cementizio a 4q di cemento tipo 425 per m<sup>3</sup> d'impasto, confezionato con inerti di idonea granulometria ed opportunamente armato, ovvero all'impiego di anelli di appoggio in conglomerato cementizio armato prefabbricato. Non potranno in nessun caso essere inseriti sotto il quadro, a secco o immersi nel letto di malta, pietre, frammenti, schegge o cocci.

Qualora, in seguito ad assestamenti sotto carico, dovesse essere aggiustata la posizione del quadro, questo dovrà essere rimosso e i resti di malta indurita saranno asportati. Si procederà quindi alla stesura del nuovo strato di malta, in precedenza indicato, adottando, se è il caso, anelli d'appoggio.

I dispositivi di chiusura e di coronamento potranno essere sottoposti a traffico non prima che siano trascorse 24 ore dalla loro posa. A giudizio della Direzione dei Lavori, per garantire la corretta collocazione altimetrica, devono essere impiegate armature di sostegno, da collocarsi all'interno delle camerette e da recuperarsi a presa avvenuta.

Per consentire la compensazione di eventuali differenze altimetriche, l'elemento di copertura dovrà essere posato su anelli di congruaggio dello spessore occorrente.

### **68.3 Camerette d'ispezione**

Le camerette di ispezione devono essere localizzati come previsto dal progetto esecutivo ed in generale in corrispondenza dei punti di variazione di direzione e/o cambiamenti di pendenza: in particolare devono essere disposti lungo l'asse della rete a distanza non superiore a 20-50 m.

#### *-Caratteristiche costruttive*

I pozzetti d'ispezione devono essere muniti di innesti elastici ed a perfetta tenuta idraulica. In presenza di falda, devono essere prese precauzioni per evitare eventuali infiltrazioni d'acqua dalle pareti dei pozzetti.

I pozzetti potranno avere sezione orizzontale circolare o rettangolare, con diametro o lati non inferiori a 1,00 m. Devono essere dotati di chiusino d'accesso generalmente realizzato in ghisa, avente diametro maggiore di 0,6 m.

#### *-Dispositivi di chiusura e di coronamento*

I dispositivi di chiusura e coronamento (chiusini e griglie) devono essere conformi a quanto prescritto dalla norma UNI EN 124.

Il marchio del fabbricante dovrà occupare una superficie non superiore al 2% di quella del coperchio e non dovrà riportare scritte di tipo pubblicitario.

La superficie del dispositivo di chiusura deve essere posizionata a quota del piano stradale finito.

I pozzetti delle fognature bianche potranno essere dotati di chiusini provvisti di fori d'aerazione (chiusini ventilati).

#### *-Gradini d'accesso*

Il pozzetto dovrà essere dotato di gradini di discesa e risalita, collocati in posizione centrale rispetto al cammino d'accesso. La scala dovrà essere alla marinara, con gradini aventi interasse di 30-32 cm, realizzati in ghisa grigia, ferro, acciaio inossidabile, acciaio galvanizzato o alluminio. Tali elementi devono essere opportunamente trattati con prodotti anticorrosione per prolungarne la durata. In particolare le parti annegate nella muratura devono essere opportunamente protette con idoneo rivestimento, secondo il tipo di materiale, per una profondità di almeno 35 mm.

Nel caso di utilizzo di pioli (o canna semplice) questi devono essere conformi alle norme DIN 19555 ed avere diametro minimo di 20 mm e la sezione dovrà essere calcolata in modo che il piolo possa resistere ad un carico pari a tre volte il peso di un uomo e dell'eventuale carico trasportato. La superficie di appoggio del piede deve avere caratteristiche antiscivolo.

Al posto dei pioli potranno utilizzarsi staffe (o canna doppia) che devono essere conformi alle seguenti norme: tipo corto, DIN 1211 B; tipo medio, DIN 1211 A; tipo lungo, DIN 1212.

In tutti i casi i gradini devono essere provati per un carico concentrato di estremità non inferiore a 3240 N.

Nel caso di pozzetti profondi la discesa deve essere suddivisa mediante opportuni ripiani intermedi, il cui dislivello non deve superare i 4 m.

### **68.4 Pozzetti prefabbricati**

I pozzetti potranno essere di tipo prefabbricato in c.a., PRFV, ghisa, PVC, PEad, ecc.

Il pozzetto prefabbricato deve essere costituito da un elemento di base provvisto di innesti per le tubazioni, un elemento di sommità a forma tronco conica o tronco piramidale che ospita in alto, con l'inserimento di anelli o riquadri (detti raggiungi-quota), il chiusino; da una serie di elementi intermedi, di varia altezza, che collegano la base alla sommità.

Le giunzioni con le parti prefabbricate devono essere adeguatamente sigillate, con materiali plastici ed elastici ad alto potere impermeabilizzante. Solo eccezionalmente, quando non sono richieste particolari prestazioni per l'assenza di falde freatiche e la presenza di brevi sovrappressioni interne (in caso di riempimento della cameretta), potrà essere ammessa l'impermeabilizzazione con malta di cemento; in ogni caso, sul lato interno del giunto, si devono asportare circa 2 cm di malta, da sostituire con mastici speciali resistenti alla corrosione.

Per i manufatti prefabbricati in calcestruzzo si farà riferimento alla norma DIN 4034.

### **68.5 Pozzetti realizzati in opera**

I pozzetti realizzati in opera potranno essere in muratura di mattoni o in calcestruzzo semplice o armato.

Le pareti dei muri devono essere ortogonali all'asse delle tubazioni per evitare il taglio dei tubi. Le pareti devono essere opportunamente impermeabilizzate, secondo le prescrizioni progettuali, al fine di prevenire la dispersione delle acque reflue nel sottosuolo.

Il conglomerato cementizio dovrà essere confezionato con cemento CEM II R. 32.5 dosato a 200 kg per m<sup>3</sup> di impasto per il fondo e a 300 kg per m<sup>3</sup> per i muri perimetrali; per le solette si impiegherà invece cemento tipo CEM II R. 425 nel tenore di 300 kg per m<sup>3</sup>. In tal caso sarà opportuno impiegare nel confezionamento additivi idrofughi.

La superficie interna del pozzetto, se in calcestruzzo, in presenza di acque fortemente aggressive, dovrà essere rifinita con intonaci speciali o rivestita con mattonelle di gres ceramico; in presenza di acque mediamente aggressive, si potrà omettere il rivestimento protettivo rendendo il calcestruzzo impermeabile e liscio e confezionandolo con cemento resistente ai solfati. Tutti gli angoli e gli spigoli interni del pozzetto devono essere arrotondati.

I pozzetti realizzati in murature o in calcestruzzo semplice devono avere uno spessore minimo di 20 cm, a meno di 2 m di profondità e di 30 cm per profondità superiori.

L'eventuale soletta in c.a. di copertura, con apertura d'accesso, dovrà avere uno spessore minimo di 20 cm ed un'armatura minima con 10 Ø 8 mm/m e 3 Ø 7 mm/m, e opportunamente rinforzata in corrispondenza degli elementi di raccordo tra chiusino e cameretta.

#### *Collegamento del pozzetto alla rete*

L'attacco della rete al pozzetto dovrà essere realizzato in modo da evitare sollecitazioni di taglio, ma consentendo eventuali spostamenti relativi tra la tubazione e il manufatto; a tal fine devono essere impiegati appositi pezzi speciali, con superficie esterna ruvida, di forma cilindrica, oppure a bicchiere o incastro, entro cui verrà infilato il condotto con l'interposizione di un anello in gomma per la sigillatura elastica. A tal fine i due condotti di collegamento della canalizzazione al manufatto, in entrata e in uscita, devono avere lunghezze adeguate per consentire i movimenti anche delle due articolazioni formate dai giunti a monte e a valle del pozzetto.

#### *Pozzetti di salto (distinti dai dissipatori di carico per salti superiori ai 7-10 m)*

I pozzetti di salto devono essere adoperati per superamento di dislivelli di massimo 2-4 m; per dislivelli superiori sarà opportuno verificare la compatibilità con la resistenza del materiale all'abrasione.

Le pareti devono essere opportunamente rivestite, specialmente nelle parti più esposte, soprattutto quando la corrente risulti molto veloce. Qualora necessario, si potrà inserire all'interno del pozzetto un setto per attenuare eventuali fenomeni di macro turbolenza conseguendo dissipazione di energia.

Il salto di fondo si può realizzare disponendo un condotto verticale che formi un angolo di 90° rispetto all'orizzontale, con condotto obliquo a 45° oppure con scivolo.

#### *Pozzetti di lavaggio (o di cacciata)*

Nei tratti di fognatura ove la velocità risulti molto bassa e dove possono essere presenti acque ricche di solidi sedimentabili, devono prevedersi pozzetti di lavaggio (o di cacciata), con

l'obiettivo di produrre, ad intervalli regolari, una portata con elevata velocità, eliminando così le eventuali sedimentazioni e possibili ostruzioni.

I pozzetti di lavaggio debbono essere ispezionabili.

Con riferimento alla C.M. n. 11633 del 7 gennaio 1974, per le acque nere la velocità relativa alle portate medie non dovrà di norma essere inferiore ai 50 cm/s. Quando ciò non si potesse realizzare devono essere interposti in rete adeguati sistemi di lavaggio. La velocità relativa alle portate di punta non dovrà di norma essere superiore ai 4 m/s.

Per le fognature bianche la stessa circolare dispone che la velocità massima non dovrà di norma superare i 5 m/s.

A tal fine, in entrambi i casi, dovrà assicurarsi in tutti tratti della rete una velocità non inferiore a 50 cm/s.

### **68.6 Tubazioni, canalette, cunette e cunicoli**

Per agevolare lo smaltimento delle acque piovane ed impedire infiltrazioni dannose all'interno del corpo stradale, è prevista, ove necessario, la sistemazione e la costruzione di collettori di scolo, canalette, cunette e cunicoli.

#### *a) Tubazioni*

##### *-Tubazioni in c. a. v.*

Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato e centrifugato a pressione costante, ben stagionato, ed avere le seguenti caratteristiche:  $R_{ck} \geq 25$  MPa;

- spessore uniforme rapportato al diametro della tubazione;
- sezione perfettamente circolare e superfici interne lisce e prive di irregolarità;
- sagomatura delle testate a maschio e femmina per costituire giunto di tenuta che dovrà essere sigillato in opera con malta di cemento.

Dovranno essere posti in opera su platea in conglomerato cementizio, eventualmente rinfiancati; il conglomerato per la platea ed i rinfianchi sarà del tipo di fondazione avente  $R_{ck} \geq 25$  MPa.

Tra tubazione e platea dovrà essere interposto uno strato di malta dosata a 400 kg/m<sup>3</sup> di cemento.

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

La tubazione sarà costituita da tubi in policloruro di vinile non plastificato con giunti a banchiere sigillati a collante o con guarnizioni di tenuta a doppio anello asimmetrico in gomma, dei tipi SN2 SDR 51, SN4 SDR 41 e SN8 SDR 34, secondo la norma UNI 1401-1.

Verrà interrata in un cavo di dimensioni previste in progetto sul cui fondo sarà predisposto materiale fino di allettamento; qualora previsto in progetto, verrà rinfrancato con conglomerato del tipo di fondazione con  $R_{ck} \geq 25$  MPa.

Su ogni singolo tubo dovrà essere impresso, in modo evidente, leggibile ed indelebile, il nominativo del produttore, il diametro esterno, l'indicazione del tipo e la pressione di esercizio.

La Direzione dei Lavori potrà prelevare campioni di tubi ed inviarli ad un laboratorio specializzato per essere sottoposti alle prove prescritte dalle norme di unificazione; qualora i risulta-

ti non fossero rispondenti a dette norme, l'impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, alla sostituzione dei materiali non accettati.

#### *-Pozzetti e chiusini*

I pozzetti e chiusini dovranno essere in conglomerato cementizio armato e vibrato, ben stagionato, ed avere le seguenti caratteristiche:

- $R_{ck} \geq 30$  MPa;
- armatura in rete elettrosaldata in fili di acciaio del diametro e maglia adeguati;
- spessore delle pareti dei pozzetti non inferiore a 6,5 cm;
- predisposizione per l'innesto di tubazioni.

I chiusini avranno chiusura battentata e saranno posti su pozzetti e/o canalette, ancorati agli stessi.

I chiusini dovranno essere conformi alle norme UNI - EN 124 (Dispositivi di coronamento e di chiusura dei pozzetti stradali. Principi di costruzione, prove e marcature).

Sui pozzetti per i quali sia previsto l'eventuale accesso di persone per lavori di manutenzione o similari, il passo d'uomo non dovrà essere inferiore a 600 mm.

Tutti i coperchi, griglie e telai devono portare una marcatura leggibile e durevole, indicante: la norma di riferimento; la classe corrispondente; la sigla e/o nome del fabbricante.

La tipologia e le dimensioni sono quelle indicate negli elaborati di progetto esecutivo.

#### *b) Canalette*

Le canalette dovranno essere in elementi prefabbricati in lamiera di acciaio ondulata e zincata, oppure in conglomerato cementizio o fibrocemento.

L'acciaio della lamiera ondulata dovrà essere della qualità di cui alle norme AASHTO M. 167-70 e AASHTO M. 36-70, con contenuto di rame non inferiore allo 0,20% e non superiore allo 0,40% spessore minimo di 1,5 mm con tolleranza UNI, carico unitario di rottura non minore di 34 kg/mm<sup>2</sup> e sarà protetto su entrambe le facce da zincatura a bagno caldo in quantità non inferiore a 305 g/m<sup>2</sup> per faccia.

#### *-Canalette ad embrici*

Le canalette ad embrici dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, secondo i disegni tipo di progetto.

Le canalette dovranno estendersi lungo tutta la scarpata, dalla banchina al fosso di guardia.

Prima della posa in opera, l'impresa avrà cura di effettuare lo scavo di impostazione degli elementi di canaletta, 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.

L'elemento al piede della canaletta, quando il fosso di guardia non è rivestito e manca l'ancoraggio, dovrà essere bloccato mediante due tondini in acciaio .

Ancoraggi analoghi dovranno essere infissi ogni tre elementi di canaletta per impedire il loro slittamento a valle.

In sommità la canaletta dovrà essere raccordata alla pavimentazione, mediante apposito invito in conglomerato cementizio gettato in opera o prefabbricato.



La sagomatura dell'invito dovrà essere tale che l'acqua non incontri ostacoli al regolare deflusso.

c) *Cunette*

La formazione di cunetta potrà avvenire con elementi prefabbricati, aventi le caratteristiche prescritte dal progetto, formate con conglomerato cementizio, con armatura idonea alla dimensione degli elementi.

Questa opera comprenderà la regolarizzazione del piano di posa, la fornitura degli elementi prefabbricati, la sigillatura dei giunti con malta cementizia e quanto altro necessario per consegnare i lavori.

Per tutti i manufatti in elementi prefabbricati di conglomerato cementizio vibrato e/o centrifugato, il controllo della resistenza del conglomerato sarà eseguito a cura e spese dell'impresa, sotto il controllo della Direzione dei Lavori, prelevando da ogni partita un elemento dal quale ricavare quattro provini cubici da sottoporre a prove di compressione presso un laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 indicato dalla stessa Direzione dei Lavori.

Tassativamente si prescrive che ciascuna partita sottoposta a controllo non potrà essere posta in opera fino a quando non saranno noti i risultati positivi delle prove.

d) *Cunicoli*

La costruzione di cunicoli drenanti, aventi sezione all'interno del rivestimento, non superiore a 30 m<sup>2</sup>, potrà avvenire con perforazione sia a mano che meccanica in terreni di qualsiasi natura, durezza e consistenza, compresi gli oneri per la presenza e lo smaltimento di acqua di qualsiasi entità e portata; compresi gli oneri per tutte le puntellature, armature e manto di qualsiasi tipo, natura, ed entità.

Nella esecuzione del lavoro si potranno adottare gli stessi sistemi di scavo utilizzati per le gallerie, quali l'impiego di centinature, semplici o accoppiate, costituite da profilati o da strutture reticolari in ferro tondo, se è il caso integrate da provvisorie puntellature intermedie; il contenimento del cielo o delle pareti di scavo con elementi prefabbricati in conglomerato cementizio con conglomerato cementizio lanciato a pressione con l'eventuale incorporamento di rete e centine metalliche; l'impiego di ancoraggi e bullonaggi, marciavanti e lamiere metalliche; l'uso di attrezzature speciali e di altre apparecchiature meccaniche ed in genere qualsiasi altro metodo di scavo a foro cieco.

e) *Rivestimento per cunette e fossi di guardia*

*-Elementi prefabbricati in c.a.v.*

Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente  $R_{ck} \geq 30$  MPa, armato con rete di acciaio a maglie saldate del tipo, in fili del diametro di 6 mm e del peso non inferiore a 3,00 kg/m<sup>2</sup>.

Gli elementi dovranno avere forma trapezoidale o a L, secondo i disegni tipo di progetto; lo spessore dovrà essere non inferiore a 7 cm e le testate dovranno essere sagomate ad incastro a mezza piolla; i giunti dovranno essere stuccati con malta dosata a 500 kg/m<sup>3</sup> di cemento.

Posti in opera su letto di materiale arido, perfettamente livellato e costipato, avendo cura che in nessun punto restino vuoti che potrebbero compromettere la resistenza della struttura.

*-Conglomerato cementizio, gettato in opera*

Il rivestimento di canali, cunette e fossi di guardia, sarà eseguito con conglomerato cementizio e cemento CEM II con  $R_{ck} \geq 30$  MPa, gettato in opera con lo spessore previsto nei disegni di progetto, previa regolarizzazione e costipamento del piano di posa; la lavorazione prevede anche l'uso delle casseforme, la rifinitura superficiale e sagomatura degli spigoli, la formazione di giunti.

*-Muratura di pietrame*

Il rivestimento di cunette e fossi di guardia può essere eseguito in muratura di pietrame e malta dosata a  $350 \text{ kg/m}^3$  di cemento normale, con lavorazione del paramento a faccia vista e stuccatura dei giunti.

Il rivestimento dello spessore indicato in progetto sarà eseguito, previa regolarizzazione e costipamento del piano di posa e predisposizione sullo scavo della malta di allettamento.

*Cordonature*

Le cordonature dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente  $R_{ck} \geq 30$  MPa, in elementi di lunghezza 1,00 m, di forma prismatica e della sezione indicata in progetto esecutivo.

Gli elementi non dovranno presentare imperfezioni, cavillature, rotture o sbrecciature; dovranno avere superfici in vista regolari e ben rifinite.

Verranno posti in opera su platea in conglomerato cementizio del tipo di fondazione avente  $R_{ck} \geq 25$  MPa, interponendo uno strato di malta dosata a  $400 \text{ kg/m}^3$  di cemento che verrà utilizzata anche per la stuccatura degli elementi di cordonatura.

I cordoli saranno realizzati direttamente in opera mediante estrusione da idonea cordolatrice meccanica e potranno essere realizzati in conglomerato sia bituminoso che cementizio, tipo II, con  $R_{ck} = 30$  MPa, previa mano di ancoraggio con emulsione bituminosa.

I cordoli in calcestruzzo saranno finiti dopo maturazione con una mano di emulsione bituminosa.

I cordoli a protezione della banchina in terra saranno eseguiti contemporaneamente alla pavimentazione dalla macchina finitrice, avranno sezione trapezoidale.

Nel caso di impiego di elementi prefabbricati, ogni partita dovrà essere accompagnata dai corrispondenti certificati attestanti la qualità dei materiali utilizzati per la loro realizzazione, nonché la certificazione attestanti le dimensioni dell'elemento. Ciascuna partita di 100 elementi prefabbricati non potrà essere posta in opera, fino a quando non saranno noti i risultati positivi della resistenza del conglomerato costituente la partita, mediante il prelievo di 4 provini.

Nel caso che la resistenza sia inferiore a 30 MPa, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere.

Tali elementi verranno posati su un letto di calcestruzzo magro, ed attestati, lasciando tra le teste contigue lo spazio di 0.5 cm, che verrà riempito di malta cementizia dosata a  $350 \text{ kg/m}^3$  di sabbia.

## **Art. 69 Attraversamenti**

### **69.1 Attraversamenti sub-alvei**

Tali attraversamenti saranno costruiti con tubazioni dei tipi risultanti dai particolari di progetto e disposti secondo il profilo stabilito dalla Direzione dei Lavori.

La trincea da ricavare nell'alveo dei corsi d'acqua per alloggiarvi la condotta dovrà essere aperta, con l'impiego di opportuni mezzi e attrezzi, sino alla profondità atta ad offrire spazio sufficiente perchè alla condotta stessa, varata in un unico pezzo, siano evitate sollecitazioni di appoggio sul fondo che potrebbero compromettere la integrità della sua struttura.

Le prove a pressione dell'attraversamento saranno fatte prima dell'ammarro e prima del reinterro ad opera finita.

Il reinterro sarà fatto con ghiaia mista o altro tipo di materiale secondo le specifiche riportate nelle sezioni tipo progettuali che, a tutti gli effetti del caso, assumono prescrizione contrattuale. Detti materiali dovranno comunque essere preventivamente approvata dalla Direzione dei Lavori e avranno lo scopo di rivestire le tubazioni al fine di non causare sollecitazioni o danni alle stesse.

Il varo delle tubazioni in sub-alveo sarà fatto con particolare attrezzatura e con dovuti accorgimenti per evitare che durante la sua sospensione o durante il varo stesso sino alla posizione definitiva, il tubo possa inflettersi, deformarsi, strappare i giunti o piegarsi per effetto del peso proprio o di eventuali reazioni dell'acqua o del terreno.

Ogni attraversamento sub-alveo sarà completato con i blocchi di ammaraggio e con le branche metalliche opportunamente sagomate verso terra fino agli appositi raccordi.

Spetta all'Impresa di provvedere, a sua cura e spese, al rilievo definitivo dell'attraversamento e a tutte le autorizzazioni da parte dei competenti Uffici per effettuare l'attraversamento degli alvei e relative arginature e per impiantare e condurre i cantieri necessari all'attuazione delle opere.

Sono a totale ed esclusivo carico dell'Assuntore gli oneri e le spese per mantenere il regolare deflusso delle acque.

### **69.2 Attraversamenti di strade**

Gli attraversamenti stradali dovranno essere eseguiti con condotte in acciaio ubicate in un cunicolo appositamente dimensionato, o con la tecnica dello spingitubo.

Spetta all'Impresa, a sua cura e spese, di eseguire tutti i rilievi definitivi dell'opera di attraversamento e di ottenere, dagli Enti competenti, le autorizzazioni ed i permessi per eseguire il lavoro nonchè di concordare con gli stessi tutte le modalità affinchè siano rispettate le condizioni statiche sia dell'attraversamento che della viabilità stradale.

## **Art. 70 Difese in massi di pietrame**

### **70.1 Difese in massi semplicemente posati**

Le proporzioni, secondo le quali le categorie dei massi devono concorrere alla formazione della difesa, sono selezionate dall'operatore in modo da ricercare una sagoma che garantisca il minimo dei vuoti; la percentuale di vuoti tollerata sarà del 15% rispetto al volume dei massi. Comunque i massi di pezzatura più piccola saranno utilizzati per l'intasamento degli interstizi tra i massi più grandi.

Il pietrame (scapoli) ed i massi che saranno impiegati per la formazione della berma e della difesa saranno posati avendo cura che il materiale di dimensioni maggiori venga a prender posto verso l'esterno così che risulti graduale il passaggio dai materiali di peso minore a quelli di peso maggiore.

I massi il cui versamento o collocamento fosse male eseguito, o eseguito contrariamente alle disposizioni della Direzione, o che fossero caduti fuori dalla zona lavori, non verranno contabilizzati, fermo restando l'obbligo all'Imprenditore di rimuoverli a sue spese trasportandoli in luogo ove non possano produrre ingombri o inconvenienti, ovvero a collocarli dove verrà indicato dalla Direzione dei Lavori.

### **70.2 Difese in massi intasati con cls.**

Le proporzioni, secondo le quali le categorie dei massi devono concorrere alla formazione della difesa, sono selezionate dall'operatore in modo da ricercare una sagoma che garantisca il minimo dei vuoti, i massi di pezzatura più piccola saranno utilizzati per l'intasamento dei vuoti tra i massi più grandi.

L'intasamento con calcestruzzo deve essere eseguito successivamente al completamento di ogni corso di pietrame e in quantità media del 30% per ogni mc di difesa spondale; il getto d'intasamento viene realizzato con l'ausilio di pompa anche al fine di meglio accedere ai vuoti da riempire. I getti potranno essere realizzati controterra e il lato verso fiume non dovrà presentare debordamenti e colature né in alveo né sulle facce dei massi.

Dovrà essere usato calcestruzzo dotato di resistenza caratteristica cubica  $R'_{bk} \cdot 250 \text{ kg/cm}^2$ .

Il pietrame (scapoli) ed i massi che saranno impiegati per la formazione della berma e della difesa saranno posati avendo cura che il materiale di dimensioni maggiori venga a prender posto verso l'esterno così che risulti graduale il passaggio dai materiali di peso minore a quelli di peso maggiore.

I massi il cui versamento o collocamento fosse male eseguito, o eseguito contrariamente alle disposizioni della Direzione, o che fossero caduti fuori dalla zona lavori, non verranno contabilizzati, fermo restando l'obbligo all'Imprenditore di rimuoverli a sue spese trasportandoli in luogo ove non possano produrre ingombri o inconvenienti, ovvero a collocarli dove verrà indicato dalla Direzione dei Lavori.

## **Art. 71 Impianto di potabilizzazione, trattamento controlavaggi e sollevamento.**

Le caratteristiche, le modalità costruttive ed i requisiti di tutte le opere elettromeccaniche e delle apparecchiature idrauliche comprese nell'impianto di potabilizzazione, sollevamento e trattamento controlavaggi sono descritte nelle specifiche voci di elenco prezzi e nella relazione tecnica allegata al progetto.

Tali elaborati sono quindi qui intesi richiamati e facenti parte del presente articolo di disciplinare ed il soddisfacimento delle caratteristiche ivi contenute è condizione contrattuale.

In particolare si precisa che l'importo a corpo per la realizzazione dell'impianto di potabilizzazione, trattamento controlavaggi e sollevamento è onnicomprensivo di tutte le attività ed oneri necessario per la perfetta realizzazione a regola d'arte e funzionalità. Sono quindi comprese in tale importo le assistenze murarie, gli avviamenti e collaudi, gli elaborati progettuali di dettaglio e di montaggio tipici della peculiarità delle forniture, un corso di addestramento al personale dell'Amministrazione Appaltante oltre alla cogestione dell'impianto durante la fase di avviamento funzionale. Si evidenzia che ogni onere di per il piping, la raccorderia ed i collegamenti sia idraulici che elettrici è compreso nell'offerta a corpo, così come tutte le automazioni necessarie alla completa e corretta gestione delle fasi automatiche degli impianti: PLC di gestione con relativi cablaggi e collegamenti alle apparecchiature soggette all'automazione.

## **Art. 72 Ingegneria naturalistica**

### **72.1 Terre rinforzate**

Si definisce muro in terra rinforzata (o più semplicemente, Terra Rinforzata) l'ammasso di terreno reso solidale grazie all'effetto di alcuni elementi interni detti rinforzi, capace di contenere la spinta del terreno retrostante. Il funzionamento di una terra rinforzata è molto semplice. L'attrito che si sviluppa all'interfaccia terreno-rinforzo riduce la mobilitazione di azioni di trazioni nel rinforzo stesso, consentendo all'ammasso di resistere oltre le sue naturali possibilità. I fenomeni d'instabilità che si manifestano in un terreno generano tensioni di compressione e trazione che vengono contrastate dalle forze di attrito resistenti del terreno stesso. Quando il valore di tali forze viene uguagliato e superato dalle sollecitazioni, il terreno comincia a deformarsi secondo una linea di rottura innescando una vera e propria dilatazione. L'inserimento dei rinforzi geosintetici (generalmente nella direzione secondo cui si sviluppa la deformazione) ha quindi la funzione di armare il terreno conferendogli una maggiore rigidità e stabilità e la capacità di subire maggiori deformazioni senza giungere a rottura. La connessione tra il geosintetico di rinforzo ed il terreno è il punto chiave del corretto funzionamento del sistema delle terre rinforzate, poiché i rinforzi lavorano principalmente per attrito assorbendo interamente gli sforzi di trazione e ridistribuendoli nel piano. La compattazione del terreno contribuisce, quindi a generare il perfetto immorsamento del geosintetico nello stesso, dando vita ad una struttura composita in grado di contrastare efficacemente gli sforzi di trazione e

compressione.

Il materiale di rinforzo reso in rotoli deve essere movimentato con muletto o escavatore facendo attenzione a non danneggiare la struttura. Il materiale deve essere conservato in luogo asciutto e ben ventilato protetto dall'esposizione ai raggi solari e per nessun motivo deve essere stoccato in prossimità di materiali infiammabili e fonti di calore. Una volta installato deve necessariamente essere ricoperto con il materiale da rilevato entro 4 mesi.

*Procedure d'installazione del sistema cassero + geogriglia + feltro antierosivo:*

Preparare il piano di fondazione effettuando eventuali sbancamenti; asportare eventuali radici, sassi o detriti che possono trovarsi in loco, rullare e compattare. Se previsto realizzare uno strato drenante di base. Eseguire il tracciamento del rilevato.

Posizionare e allineare i casseri in rete elettrosaldata collegandoli tra loro con filo di ferro o fascette tipo strozzacavo elettrico in plastica.

Svolgere i rotoli di geogriglia di rinforzo e tagliare le stesse con un cutter secondo le lunghezze indicate in progetto: la lunghezza del taglio è determinata dalla profondità di ancoraggio, dal risvolto in facciata (circa 0,70m) e dal risvolto superiore (circa 1,50m).

Posizionare all'interno dei casseri in rete elettrosaldata i tagli di geogriglia di rinforzo adagiandoli sul piano di fondazione in strati orizzontali e perpendicolari al fronte ancorandoli al terreno con ferri sagomati a "U"; la geogriglia di rinforzo deve essere ben aderente alla facciata interna del cassero in rete elettrosaldata lasciando la porzione terminale temporaneamente esterna al cassero stesso (tale porzione deve corrispondere alla lunghezza stabilita per il risvolto superiore (1,50m ca).

Posizionare il feltro antierosivo foderandone internamente il risvolto in facciata della geogriglia di rinforzo; posizionare i tiranti di irrigidimento del cassero (ca 1 ogni 0,45m).

Stendere il terreno di riempimento previsto e fornito a piè d'opera sopra le geogriglie di rinforzo in strati dello spessore di circa 0,30m: in prossimità della facciata è consigliabile l'utilizzo di terreno vegetale per circa 0,50/0,30m.

Compattare fino ad ottenere un grado di addensamento non inferiore al 95% dello Standard Proctor. In prossimità della facciata (per circa 1,00m) la compattazione deve avvenire mediante vibro-costipatore o piastre vibranti; nella zona retrostante si utilizzino rulli compattatori di idonee capacità.

Completato il riempimento, risvoltare verso l'interno la porzione di geogriglia di rinforzo tenuta precedentemente esterna al cassero in rete elettrosaldata; tenderla leggermente e ancorarla al terreno utilizzando ferri sagomati a "U".

Ripetere le operazioni fino ad opera ultimata.

*Rilevato strutturale*

Il rilevato strutturale deve essere preferibilmente costituito da un terreno di buona qualità (granulare e ben selezionato), di elevato potere drenante ed elevato angolo di attrito interno, che deve mantenere inalterate le sue caratteristiche nel tempo.

Il campo granulometrico ottimale è rappresentato da un range di valori variabile da 0,02 mm

fino a 6 mm (percentuale passante 100%), anche se sono ammesse granulometrie maggiori (fino a 200 mm) qualora si introduca un opportuno fattore parziale di sicurezza nei confronti di possibili danneggiamenti del rinforzo o del suo rivestimento protettivo. In queste ipotesi è possibile mediamente ottenere, dopo compattazione, valori di angolo di attrito del rilevato strutturale non inferiori a 36°.

L'impiego di materiale avente elevate percentuali di ciottolame di dimensioni superiori ai 100 mm (10%-15% al massimo) è comunque in generale sconsigliato, anche perché rischia di rendere più laboriose le operazioni di compattazione. L'impiego di materiale granulare selezionato delle caratteristiche sopracitate garantisce inoltre la costanza delle proprietà di ancoraggio del rinforzo anche nel caso di variazioni del contenuto di umidità del terreno. L'elemento determinante per la valutazione della resistenza e del potere di ancoraggio del rinforzo resta comunque sempre l'angolo di attrito interno, per il quale si consiglia di non scendere al di sotto di valori minimi di 28°-30°.

I terreni sopra specificati rappresentano la condizione ideale di impiego. In realtà anche suoli cosiddetti "marginali" risultano idonei con specifici accorgimenti: qualora, per esempio, il materiale reperibile in sito venga ritenuto solo parzialmente idoneo se ne può valutare la possibilità di impiego dopo averlo miscelato con altro di diversa provenienza (sabbie, ghiaie, stabilizzanti chimici, etc.). Un discorso a sé meritano poi i terreni coesivi, per i quali può essere valutato l'impiego di particolari soluzioni o appropriate metodologie di drenaggio: trattandosi però di problemi specifici, che non possono essere risolti in questa sede, invitiamo chi fosse interessato a contattarci per approfondire l'argomento.

Il materiale di riempimento deve essere steso per strati successivi di spessore non superiore a 0,25-0,30 m e compattato mediante rulli (eventualmente vibranti) di opportuno tonnellaggio.

Il grado di compattazione da raggiungere viene di norma indicato nelle specifiche tecniche costruttive di capitolato: generalmente in fase progettuale si assumono compattazioni tali da determinare una densità minima del rilevato pari a 1800 kg/mc. Una maggiore compattazione è consigliabile quando si prevedono fasi di assestamento prolungate nel tempo che possono ripercuotersi sulle eventuali sovrastrutture.

#### *Paramento*

Condizione imprescindibile per un rinverdimento veloce ed efficace è che la parte di rilevato immediatamente retrostante al paramento, per i primi 30-40 cm, sia costituita da terreno vegetale fertile, di buona qualità e privo di pietrame. La mancata osservazione di questa prescrizione può ostacolare la crescita della vegetazione, rendendo inefficaci anche eventuali interventi di idrosemina.

Particolare cura deve essere riposta nel completo riempimento della zona frontale di ciascuno strato, laddove l'inclinazione del pannello anteriore impone di intervenire manualmente - mediante uso prima di badile e poi di piastre vibranti, compattatori o pestelli - per la compattazione del cuneo di terreno vegetale e più in generale della parte di rilevato più prossima al paramento.

La compattazione in questa zona frontale deve essere fatta in modo che il terreno di riempi-

mento sia ben aderente al rivestimento antierosivo frontale, senza vuoti, pur badando a non deformare il paramento e a non modificarne l'inclinazione. A tal fine è importante procedere prima alla stesa e compattazione del terreno dietro al paramento e soltanto dopo alla realizzazione del rilevato strutturale.

Un cattivo riempimento della zona frontale della struttura, oltre a causare difficoltà di rinverdimento, produce inevitabili assestamenti successivi, con deformazione e spancamenti dei singoli strati e perdite di quota del ciglio superiore del rilevato.

#### *Legature degli elementi*

La funzione delle legature è quella di rendere la struttura monolitica nel tempo. Devono essere effettuate con punti in acciaio posizionati ogni 15 centimetri circa e devono possibilmente interessare i filoni perimetrali della rete o le barrette di rinforzo inserite nelle torsioni della rete in corrispondenza delle piegature, in modo che due elementi sovrapposti o adiacenti siano cuciti e resi solidali fra loro lungo questi fili di maggior diametro.

#### *Chiusure laterali e superiori*

Verificare che le estremità laterali del rilevato, dove questo si raccorda con il terreno circostante, siano ben immorsate nel terreno, eventualmente con la formazione di quarti di cono o con il ripiegamento verso l'interno dell'ultimo elemento (che vada a "morire" contro la scarpata naturale), per impedire che possa verificarsi uno svuotamento laterale del rilevato. Evitare per quanto possibile i tamponamenti con pietrame, specialmente se utilizzati come fondazione di strati sovrastanti di terra rinforzata, perché possono portare a fenomeni di instabilità localizzata.

Il risvolto superiore della fila più alta, quella che chiude superiormente il rilevato, deve essere immorsato nel terreno ed appesantito con lo stesso per impedire che possa sfilarsi.

#### *Caratteristiche dei trattamenti di inerbimento del paramento esterno*

Al fine di ottenere la massima efficacia dei trattamenti di inerbimento è necessario, come si è detto, predisporre un cuneo di terreno vegetale nella zona immediatamente retrostante il paramento esterno. Per opere di altezza rilevante (oltre 7-8 m) tale terreno potrà essere miscelato con argilla espansa, sia per facilitare la ritenzione idrica, sia per consentire il miglior assestamento.

Tale porzione di terreno potrà essere preseminata manualmente in fase di posa in opera, facendo sì che i semi si distribuiscano al contatto fra il terreno e la stuoia o entro i primi centimetri: semi dispersi nel volume del cuneo terroso non danno seguito a sviluppo vegetativo.

Particolarmente consigliato un trattamento di idrosemina mediante aspersione con idoneo mezzo meccanico, utilizzando una composizione e quantità (sia dei componenti, sia complessiva) variabili in funzione del clima, dell'ubicazione e del risultato aspettato sotto il profilo paesaggistico. La scelta dovrà essere fatta in funzione della situazione pluvio-climatica locale, della esposizione, della pendenza del paramento esterno e della caratterizzazione floristico-vegetazionale del luogo.

In linea generale, nel caso di un singolo trattamento di idrosemina, la composizione tipica po-



trà essere la seguente:

- *acqua;*
- *miscele di sementi di specie erbacee (graminacee e leguminose) ed eventualmente arbustive in quantità minime di 50 g/mq;*
- *fertilizzanti organici e/o chimici in quantità minime di 40-50 g/mq;*
- *sostanze miglioratrici del terreno in quantità minime di 100 g/mq;*
- *leganti igroscopici e biodegradabili in quantità minime di 10-20 g/mq.*

Si consiglia di effettuare l'intervento di idrosemina nei periodi stagionali a maggiore piovosità. In situazioni particolarmente difficili per esposizione, altezza e pendenza del paramento, l'idrosemina dovrà essere realizzata con due distinti episodi intervallati nel tempo, la cui singola composizione potrà variare rispetto a quanto sopra indicato.

Si potrà infine prevedere la messa a dimora di essenze arbustive per talea in quantità minima di 1 pianta ogni 3 mq al fine di aumentare il consolidamento del paramento esterno grazie alla radicazione delle piante, oltre a favorire l'invito delle acque meteoriche e l'ombreggiamento del paramento stesso.

## **Art. 73 Opere a verde**

### **73.1 Terra da coltivo riportata**

La terra da coltivo prima della messa in opera dovrà essere accettata dalla Direzione dei Lavori, in merito ai seguenti valori:

- PH minore o uguale al 6
- calcare totale maggiore o uguale al 5%
- sostanze organiche minori di 1,5 %
- azoto totale minore di 0,1 %
- fosforo ammissibile minore di 30 ppm
- potassio assimilabile minore del 2%
- conducibilità idraulica minore di 0,5 cm x ora
- conducibilità Ece

La terra da coltivo dovrà essere priva di pietre, elementi di tronchi, rami, radici ed altri elementi che ne possano ostacolare la lavorazione agronomica durante la posa in opera.

*Norme di riferimento:*

CNR – Guida alla descrizione del suolo, 1987.

S.I.S.S. – Metodi normalizzati di analisi del suolo.

### **73.2 Substrati di coltivazione**

I substrati di coltivazione (terricciato di letame, terriccio di castagno, terra d'erica, terriccio di foglie di faggio, terriccio di bosco, sfagno, torba, miscugli tra vari substrati) dovranno essere forniti in confezioni sigillate, nelle quali è riportata la quantità, il tipo e le caratteristiche del

contenuto. In assenza di tali informazioni l'appaltatore dovrà produrre alla Direzione dei Lavori prima della messa in opera i risultati delle analisi.

La fornitura delle analisi è obbligatoria in caso di substrati non confezionati e privi delle indicazioni riportate sulla confezione; l'appaltatore (ad esclusione della torba e dello sfagno) dovrà fornire indicazioni sui seguenti parametri:

- sostanza organica;
- azoto nitrico;
- azoto ammoniacale;
- densità apparenti riferita ad uno specificato tenore di umidità;
- capacità idrica di campo;
- conducibilità Ece

L'eventuale sostituzione dei substrati non confezionati con altri componenti (sabbia lavata, perlite, polistirolo espanso, pomice, pozzolana, argilla espansa, ecc.) deve essere autorizzata dalla Direzione dei Lavori.

*Norme di riferimento:*

Legge 19 ottobre 1984, n. 748 - Nuove norme per la disciplina dei fertilizzanti

CNR – Guida alla descrizione del suolo, 1987.

S.I.S.S. – Metodi normalizzati di analisi del suolo.

### **73.3 Concimi organici**

I concimi minerali ed organici dovranno essere rispondenti alle prescrizioni normative vigenti e nel rispetto delle prescrizioni contrattuali. Eventuali sostituzioni dovranno essere autorizzate dalla Direzione dei Lavori, in base a specifiche analisi di laboratorio e specie della pianta da mettere a dimora.

#### *Concimi organici azotati*

I Concimi organici azotati debbono contenere, esclusivamente ed espressamente dichiarato, azoto organico, di origine animale oppure vegetale. Possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili né di fosforo né di potassio, a meno che questo non costituisca parte integrante di matrici organiche.

#### *Concimi organici NP*

I concimi organici NP debbono contenere, esclusivamente ed espressamente dichiarati, azoto organico e fosforo, di origine animale oppure vegetale. Possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili di potassio. È consentita, nei casi previsti, la dichiarazione dell'anidride fosforica totale quando il fosforo, anche se non in forma organica, costituisce parte integrante di matrici organiche.

### **73.4 Concimi minerali**

#### *Concimi minerali semplici*

- Concimi minerali azotati semplici.

Debbono contenere, espressamente dichiarato, azoto in una o più forme e solubilità. Possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili di fosforo o di potassio.

- Concimi minerali fosfatici semplici.

Debbono contenere, espressamente dichiarato, fosforo in una o più forme e solubilità. Possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili di azoto o di potassio.

- Concimi minerali potassici semplici.

Debbono contenere, espressamente dichiarato, potassio in una o più forme e solubilità. Possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili di azoto o di fosforo.

#### *Concimi minerali composti*

- Concimi minerali composti NP.

Debbono contenere, espressamente dichiarati, azoto e fosforo in una o più forme e solubilità. Possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili di potassio.

- Concimi minerali composti NK.

Debbono contenere, espressamente dichiarati, azoto e potassio in una o più forme e solubilità. Possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili di fosforo.

- Concimi minerali composti PK.

Debbono contenere, espressamente dichiarati, fosforo e potassio in una o più forme e solubilità. Possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili di azoto.

d) Concimi minerali composti NPK.

Debbono contenere, espressamente dichiarati, azoto, fosforo e potassio in una o più forme e solubilità. Possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi.

#### *Concimi minerali a base di elementi secondari*

Sono concimi a base di elementi secondari i prodotti, naturali o sintetici, che contengano espressamente dichiarato uno degli elementi secondari: calcio, magnesio, sodio e zolfo. Possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili degli elementi chimici principali della fertilità.

#### *Concimi minerali a base di microelementi (oligo-elementi)*

Sono concimi a base di microelementi i prodotti, naturali o sintetici, che contengano espressamente dichiarato uno o più microelementi: boro, cobalto, rame, ferro, manganese, molibdeno e zinco. Possono anche contenere elementi secondari, ma non quantità dichiarabili degli elementi chimici principali della fertilità.

### 73.5 Acqua per innaffiamento

L'acqua per innaffiamento delle piante non dovrà contenere sostanze inquinanti e sali nocivi oltre i limiti di tolleranza di fitotossicità relativa.

L'appaltatore a richiesta della Direzione dei Lavori dovrà fornire le necessarie analisi sulla qualità dell'acqua, il periodo di utilizzarne in base alla temperatura.

### 73.6 Estrazione dal vivaio e controllo delle piante

L'estrazione delle piante dal vivaio deve essere effettuata con tutte le precauzioni necessarie per non danneggiare le radici principali e secondo le tecniche appropriate per conservare l'apparato radicale capillare ed evitare di spaccare, scortecciare o danneggiare la pianta. L'estrazione non deve essere effettuata con vento che possa disseccare le piante o in tempo di gelata. L'estrazione si effettua a mano nuda o meccanicamente; le piante potranno essere fornite a radice nuda o collocate in contenitori o in zolle. Le zolle dovranno essere imballate opportunamente con involucro di juta, paglia, teli di plastica o altro.

Prima della messa a dimora lo stato di salute e la conformazione delle piante devono essere verificate in cantiere e le piante scartate dovranno essere immediatamente allontanate.

Per ciascuna fornitura di alberi, sia adulti che giovani, un'etichetta attaccata deve indicare, attraverso una iscrizione chiara ed indelebile, tutte le indicazioni atte al riconoscimento delle piante (genere, specie, varietà e numero, nel caso la pianta faccia parte di un lotto di piante identiche, vivaio di provenienza).

La verifica della conformità dell'esemplare alla specie ed alla varietà della pianta si effettuerà nel corso del primo periodo di vegetazione che segue la messa a dimora.

### 73.7 Alberi

Gli alberi dovranno avere la parte aerea a portamento e forma regolare, simile agli esemplari cresciuti spontaneamente, a sviluppo robusto, non filato e che non dimostri una crescita troppo rapida per eccessiva densità di coltivazione in vivaio, in terreno troppo irrigato o concimato.

Le piante dovranno essere trapiantate un numero di volte sufficienti secondo le buone regole vivaistiche con l'ultima lavorazione alle radici, risalente a non più di tre anni secondo la seguente tabella.

#### Modalità di lavorazione

|               |                                |  |
|---------------|--------------------------------|--|
| Foglia caduca | fino a circonferenza 12-15 cm  | almeno 1 trapianto   |
|               | fino a circonferenza 20-25 cm  | almeno 2 trapianti   |
|               | fino a circonferenza 30-35 cm  | almeno 3 trapianti   |
|               | fino ad altezza di 2,00-2,50 m | almeno 1 trapianto e circonferenza proporzionata all'altezza |
|               | fino ad altezza di 2,50-4,00 m | almeno 1 trapianto e circonferenza proporzionata all'altezza |
| Sempre        | fino ad altezza di 2,50-4,00 m | almeno 2 trapianti e circonferenza proporzionata all'altezza |

|       |                                |  |
|-------|--------------------------------|--|
| verdi | fino ad altezza di 5,00-6,00 m | almeno 3 trapianti e circonferenza proporzionata all'altezza |
|-------|--------------------------------|--|

L'apparato radicale, che dovrà essere ricco di piccole ramificazioni e di radici capillari sane, dovrà essere racchiuso in contenitore (vaso, cassa, mastello) con relativa terra di coltura o in zolla rivestita (paglia, plan plast, juta, rete metallica, fitocella).

#### 73.7.1 Precauzioni da prendere fra l'estrazione e la messa a dimora

Nell'intervallo compreso fra l'estrazione e la messa a dimora delle piante dovranno essere prese le precauzioni necessarie per la loro conservazione e per evitare traumi o disseccamenti nonché danni per il gelo.

Prima della messa a dimora delle piante, l'impresa appaltatrice, qualora ordinato dalla Direzione dei Lavori, dovrà procedere al riempimento parziale delle buche già predisposte, per collocare le piante su uno strato di fondo di spessore adeguato al tipo di pianta.

Le piante messe a dimora, non dovranno presentare radici allo scoperto né risultare interrato oltre il livello di colletto.

Durante la messa a dimora l'eventuale imballo o contenitore della zolla dovrà essere tagliato al colletto e aperto lungo i lati o fianchi, ma non dovrà essere rimosso sotto la zolla.

Le buche dovranno essere riempite con terra da coltivo semplice oppure miscelata con torba ed opportunamente costipata. La Direzione dei Lavori potrà richiedere l'effettuazione di una concimazione localizzata, in modo da non provocare danni per disidratazione.

Dopo il riempimento, attorno alla pianta dovrà essere realizzata una conca o bacino, per consentire la ritenzione dell'acqua che deve essere somministrata in quantità abbondante, per agevolare la ripresa della pianta e l'assestamento della terra attorno alle radici e alla zolla.

#### 73.7.2 Periodo di messa a dimora

La messa a dimora non dovrà essere eseguita in periodo di gelate né in periodi in cui la terra è imbibita d'acqua in conseguenza di pioggia o del disgelo.

Salvo diverse prescrizioni del Direttore dei Lavori, la messa a dimora degli alberi dovrà effettuarsi tenendo conto del clima, in funzione della regione e/o dell'altitudine.

Per le piante messe a dimora a stagione avanzata, dovranno comunque essere previste cure particolari per assicurarne l'attecchimento.

#### 73.7.3 Preparazione delle piante prima della messa a dimora

Prima della messa a dimora, le eventuali lesioni del tronco dovranno essere curate nei modi più appropriati; le radici, se nude, dovranno essere ringiovanite recidendo le loro estremità e sopprimendo le parti traumatizzate o secche. È tuttavia bene conservare il massimo delle radici minori soprattutto se la messa a dimora è tardiva.

Se si dovesse rendere necessaria la potatura della parte aerea della pianta, questa dovrà essere eseguita in modo da garantire un equilibrio fra il volume delle radici e l'insieme dei rami.

#### *Preparazione delle buche e dei fossi per la messa a dimora delle piante*

Le buche e i fossi per la messa a dimora di piante dovranno essere di dimensioni ampie ovvero in rapporto alle caratteristiche delle piante da mettere a dimora, con una larghezza ed una

profondità corrispondenti ad almeno 1,5 volte il diametro e rispettivamente l'altezza dell'apparato radicale delle piante o del pane.

I lavori per l'apertura di buche e fosse delle piante dovranno essere effettuati dopo i movimenti di terra a carattere generale prima dell'eventuale apporto di terra vegetale.

I materiali provenienti dagli scavi non riutilizzabili, perché non ritenuti idonei, dovranno essere allontanati dal cantiere a cura e spese dell'impresa e sostituiti con terra idonea.

Se necessario, le pareti ed il fondo delle buche o fosse sono opportunamente spicconati perché le radici possano penetrare in un ambiente sufficientemente morbido ed aerato.

Salvo diverse prescrizioni della Direzione dei Lavori, buche e fosse potranno essere aperte manualmente o meccanicamente e non dovranno restare aperte per un periodo superiore ad otto giorni.

#### *Carico, trasporto e accatastamento delle piante*

Le piante, provenienti dai vivai o dalla campagna, dovranno essere caricate ordinatamente sui mezzi da trasporto, disponendo vicino le piante della stessa specie e dimensioni. Dovrà evitarsi l'essiccamento durante il trasporto utilizzando veicoli idonei.

L'appaltatore dovrà comunicare alla Direzione dei Lavori la data di consegna delle piante in cantiere ai fini della loro verifica ed accettazione.

In cantiere le piante dovranno essere accatastate per un tempo massimo di #DATI-MANCANTI# giorni/ore avendo cura di evitare l'essiccazione ed il surriscaldamento, compensando le perdite di umidità verificatesi durante il trasporto.

#### *Messa a dimora di piante*

Prima della messa a dimora delle piante, l'impresa appaltatrice, qualora ordinato dalla Direzione dei Lavori, dovrà procedere al riempimento parziale delle buche già predisposte, per collocare le piante su uno strato di fondo di spessore adeguato al tipo di pianta.

Le piante messe a dimora non dovranno presentare radici allo scoperto né risultare interrate oltre il livello di colletto.

Durante la messa a dimora l'eventuale imballo o contenitore della zolla dovrà essere tagliato al colletto e aperto lungo i lati o fianchi, ma non dovrà essere rimosso sotto la zolla.

#### *Collocazione delle piante e riempimento delle buche*

Sul fondo della buca dovrà essere disposto uno strato di terra vegetale, con esclusione di ciottoli o materiali impropri per la vegetazione, sulla quale verrà sistemato l'apparato radicale.

La pianta dovrà essere collocata in modo che il colletto si trovi al livello del fondo della conca di irrigazione. L'apparato radicale non deve essere compresso, ma sarà spostato.

La buca di piantagione dovrà poi essere colmata con terra da coltivo semplice oppure miscelata con torba ed opportunamente costipata. La compattazione della terra dovrà essere eseguita con cura in modo da non danneggiare le radici, non squilibrare la pianta, che deve restare dritta e non lasciare sacche d'aria;

La Direzione dei Lavori potrà richiedere l'effettuazione di una concimazione localizzata, in modo non provocare danni per disidratazione.

### *Conche di irrigazione*

La terra dovrà essere sistemata al piede della pianta in modo da formare intorno al colletto una piccola conca; l'impresa dovrà effettuare una prima irrigazione in quantità abbondante che fa parte dell'operazione di piantagione, per agevolare la ripresa della pianta e l'assestamento della terra attorno alle radici e alla zolla.

### *Pali di sostegno, ancoraggi e legature*

La Direzione dei Lavori dovrà verificare che gli alberi e gli arbusti messi a dimora risultino dotati di pali di sostegno, di diametro ed altezza in funzione delle piante.

I pali di sostegno o tutori dovranno essere dritti, scortecciati ed appuntiti nella parte di maggiore diametro. La parte appuntita da collocarsi nel terreno dovrà essere trattata e resa impu-  
trecibile per un'altezza di almeno 10 cm. La Direzione dei Lavori potrà autorizzare l'impiego di pali in legno di produzione industriale, appositamente trattati allo scopo.

A discrezione della Direzione dei Lavori i pali potranno essere sostituiti con ancoraggi in funi d'acciaio dotati di tendifilo.

Le legature dovranno essere costituite da materiale elastico o corde di canapa, è vietato l'impiego di filo di ferro.

La Direzione dei Lavori potrà ordinare di inserire tra tronco e tutore un apposito cuscinetto antifrizione in modo da evitare eventuali danni alla corteccia.

### *Tappeti erbosi in strisce e zolle*

Le zolle erbose dovranno essere fornite in forme regolari (rettangolari, quadrati o a strisce).

Le strisce dovranno essere fornite arrotolate, mentre le zolle dovranno essere fornite su pallet.

Le zolle dovranno avere uno spessore da 3 a 6 cm, secondo la specifica destinazione e le caratteristiche del supporto.

La Direzione dei Lavori, prima della posa in opera, dovrà verificare la corretta preparazione del terreno (rullatura, battitura, sabbiatura, trattamenti fertilizzanti, e quant'altro necessario).

Il prato, una volta ultimato, potrà essere utilizzato non prima di 30 giorni.

### *Scarpate in rilevato o in scavo*

Le scarpate in rilevato o in scavo ed in genere tutte le aree destinate a verde, dovranno essere rivestite con manto vegetale, appena ultimata la loro sistemazione superficiale, adottando specie caratterizzate da un potente apparato radicale e idoneo a formare una stabile copertura vegetale.

Eventuali erosioni, solcature, buche o altre imperfezioni dovranno essere riprese con idoneo terreno agrario, riprofilando le superfici, secondo le pendenze di progetto; dovrà essere curata in modo particolare la conservazione ed eventualmente la sistemazione delle banchine dei rilevati.

Tutte le superfici dovranno presentarsi perfettamente regolari, eliminando anche eventuali tracce di pedonamento.

### *Semine*

Le superfici da rivestire mediante semina, secondo le previsioni di progetto, dovranno essere preparate come descritto al precedente paragrafo.

La concimazione, dovrà essere effettuata in due fasi: all'atto della semina dovranno essere somministrati i concimi fosfatici e potassici; i concimi azotati dovranno essere somministrati a germinazione avvenuta.

Si procederà quindi alla semina di un miscuglio di erbe da prato perenni con l'impiego di 200 kg di seme per ettaro di superficie.

Nella tabella seguente è riportata la composizione di cinque miscugli da impiegare a seconda delle caratteristiche dei terreni e delle particolari condizioni climatiche e/o ambientali.

### *Composizione di miscugli*

| Specie                | Tipo di miscuglio     |     |     |     |     |
|-----------------------|-----------------------|-----|-----|-----|-----|
|                       | A                     | B   | C   | D   | E   |
|                       | kg di seme per ettaro |     |     |     |     |
| Lolium Italicum       | -                     | 38  | 23  | 50  | -   |
| Lolium Perenne        | -                     | 38  | 23  | 50  | -   |
| Arrhenatherum Elatius | 50                    | -   | -   | -   | 33  |
| Dactylis Glomerata    | 5                     | 42  | 23  | 20  | -   |
| Trisetum Plavescens   | 12                    | 8   | 5   | -   | -   |
| Festuca Pratensis     | -                     | -   | 47  | 33  | -   |
| Festuca Rubra         | 17                    | 12  | 15  | 10  | -   |
| Festuca Ovina         | -                     | -   | -   | -   | 10  |
| Festuca Heterophylla  | -                     | -   | -   | -   | 15  |
| Phleum Pratense       | -                     | 12  | 12  | 20  | -   |
| Alopecurus Fratensis  | -                     | 20  | 18  | 26  | -   |
| Cynosurus Cristatus   | -                     | -   | -   | -   | 5   |
| Poa Pratensis         | 5                     | 38  | 30  | 7   | 3   |
| Agrostis Alba         | -                     | 10  | 7   | 7   | -   |
| Antoxanthum odoratum  | -                     | -   | -   | -   | 2   |
| Bromus Erectus        | -                     | -   | -   | -   | 25  |
| Bromus Inermis        | 66                    | -   | -   | -   | 20  |
| Trifolium Pratense    | 13                    | 8   | 10  | 7   | -   |
| Trifolium Repens      | -                     | 12  | 7   | -   | -   |
| Trifolium Hybridum    | -                     | -   | -   | 10  | -   |
| Medicago Lupulina     | 5                     | -   | -   | -   | 10  |
| Onobrychis Sativa     | -                     | -   | -   | -   | 67  |
| Antyllis Vulneraria   | 17                    | -   | -   | -   | 5   |
| Lotus Corniculatus    | 10                    | -   | 3   | 10  | 5   |
| Totale kg             | 200                   | 200 | 200 | 200 | 200 |

*Di seguito si riporta lo schema della compatibilità dei miscugli con i vari tipi di terreno:*



| Tipo di miscuglio | Caratteristiche dei terreni   |
|-------------------|---|
| Miscuglio A       | Terreni di natura calcarea, piuttosto sciolti, anche con scheletro grossolano |
| Miscuglio B       | Terreni di medio impasto, tendenti al leggero, fertili                        |
| Miscuglio C       | Terreni di medio impasto, argillo-silicei, fertili                            |
| Miscuglio D       | Terreni pesanti, argillosi, piuttosto freschi                                 |
| Miscuglio E       | Terreni di medio impasto, in clima caldo e secco                              |

L'impresa dovrà comunicare alla Direzione dei Lavori la data della semina, affinché possano essere fatti i prelievi dei campioni di seme da sottoporre a prova e per il controllo delle lavorazioni.

L'impresa è libera di effettuare le operazioni di semina in qualsiasi stagione, restando a suo carico le eventuali operazioni di risemina nel caso che la germinazione non avvenisse in modo regolare ed uniforme. La semina dovrà essere effettuata a spaglio a più passate per gruppi di semi di volumi e peso quasi uguali, mescolati fra loro e ciascun miscuglio dovrà risultare il più possibile omogeneo.

Lo spandimento del seme dovrà effettuarsi sempre in giornate senza vento.

La ricopertura del seme dovrà essere fatta mediante rastrelli a mano con erpice a sacco.

Dopo la semina il terreno dovrà essere rullato e l'operazione dovrà essere ripetuta a germinazione avvenuta.

#### *Idrosemina*

Dopo che le superfici da rivestire saranno state opportunamente preparate, l'impresa procederà al rivestimento mediante idrosemina impiegando una speciale attrezzatura in grado di effettuare la proiezione a pressione di una miscela di seme, fertilizzante, collante ed acqua.

Tale attrezzatura, composta essenzialmente da un gruppo meccanico erogante, da un miscelatore-agitatore, da pompe, raccordi, manichette, lance, ecc., dovrà essere in grado di effettuare l'idrosemina in modo uniforme su tutte le superfici da rivestire, qualunque sia l'altezza delle scarpate.

I materiali dovranno essere sottoposti alla preventiva approvazione della Direzione dei Lavori che disporrà le prove ed i controlli ritenuti opportuni.

I miscugli di seme da spandere, a seconda dei tipi di terreni da rivestire, dovranno essere impiegati, in relazione alle prescrizioni che la Direzione dei Lavori impartirà tratto per tratto, riservandosi inoltre di variare la composizione del miscuglio stesso, fermo restando il quantitativo totale di seme.

Dovrà essere impiegato fertilizzante ternario (PKN) a pronta, media e lenta cessione.

Si effettuerà l'eventuale aggiunta di essenze forestali alle miscele di sementi, quando previsto in progetto.

Anche per l'idrosemina l'impresa è libera di effettuare il lavoro in qualsiasi stagione, restando a suo carico le eventuali operazioni di risemina nel caso che la germinazione non avvenga in modo regolare ed uniforme.

### *Spostamento di piante*

Le piante da spostare, se non sono indicate nei documenti dell'appalto, dovranno preventivamente essere marcate sul posto.

Se non possono essere subito ripiantate, esse dovranno essere collocate in depositi provvisoriamente allestiti per assicurare la loro protezione contro le avversità atmosferiche e in genere contro tutti i possibili agenti di deterioramento.

Qualora non sia prevista a carico dell'impresa la garanzia di attecchimento, per le piante spostate andranno adottate le seguenti prescrizioni:

- modalità di estrazione (preparazione dell'apparato radicale, confezione in zolle, ecc.);
- condizioni di trasporto (eventuale obbligo di uso di particolari mezzi meccanici, ecc.);
- località e modalità di accantonamento;
- modalità per la messa a dimora (concimazioni, tutori, piantagioni, ecc.);
- modalità di manutenzione (frequenza e dose delle irrigazioni, utilizzazione di antitranspiranti, ecc.).

L'impresa ha l'onere della manutenzione delle piante messe a deposito.

Quando lo spostamento delle piante presenta il rischio di una cattiva ripresa dopo il trasferimento, l'impresa dovrà interrompere le operazioni di spostamento e informarne il Direttore dei Lavori, affinché si possano prendere i necessari accorgimenti.

Trascorse quarantotto ore dal recepimento dell'avviso di interruzione al Direttore dei Lavori, gli spostamenti potranno essere ripresi.

### *Protezione delle piante esistenti da conservare*

Nelle aree non interessate dai lavori di pulizia del terreno le piante da conservare dovranno essere protetti con i dispositivi predisposti a cura dell'impresa prima dell'inizio di altri lavori. Questi dispositivi consisteranno in recinzioni e in corsetti di protezione. Salvo diverse motivate prescrizioni ed approvate dalla Direzione dei Lavori, le recinzioni dovranno seguire la proiezione al suolo dei rami esterni, ed essere alte almeno 1,30 m. I corsetti dovranno essere pieni, distaccati dal tronco ed alti almeno 2,00 m.

Le piante da conservare dovranno essere indicate in specifica planimetria o dovranno essere marcate preventivamente sul posto.

### *Protezione delle piante messe a dimora*

L'impresa appaltatrice per prevenire eventuali danneggiamenti (transito di persone, animali, precipitazioni atmosferiche, ecc.) delle piante messe a dimora, previa autorizzazione della Direzione dei Lavori, dovrà approntare le necessarie opere di protezione.

### *Salvaguardia della vegetazione esistente*

L'impresa appaltatrice è tenuta alla salvaguardia (protezione apparato radicale, fusto, chioma, ecc.) della vegetazione esistente, non interessata da lavori in appalto, da eventuali danneggiamenti (urti da parte dei mezzi meccanici e/o attrezzi pesanti, ecc.), anche se le piante non sono state indicate nei disegni progettuali o opportunamente contrassegnate prima dell'esecuzione dei lavori.

La Direzione dei Lavori potrà fornire all'appaltatore ulteriori comunicazioni in merito alle piante da salvaguardare.

Nel caso di danneggiamento di piante, l'appaltatore è tenuto a darne immediata comunicazione alla Direzione dei Lavori perché siano adottati i provvedimenti adeguati.

#### *Manutenzioni colturali fino all'esecuzione del collaudo*

Sino a quando non sia intervenuto con esito favorevole il collaudo definitivo dei lavori, l'impresa dovrà effettuare a sua cura e spese:

- la manutenzione degli impianti a verde curando in particolare lo sfalcio di tutte le superfici del corpo autostradale e sue pertinenze, seminate o rivestite da vegetazione spontanea, ogni qualvolta l'erba abbia raggiunto l'altezza media di 35 cm,;
- l'annaffiamento di tutte le piante, rivestimenti di scarpate, ecc.;
- il ripristino delle conche d'irrigazione qualora necessario;
- potatura;
- concimazione;
- falciature, diserbi e sarchiature;
- sistemazione delle parti danneggiate per erosione dovute a non corretta esecuzione.

La Direzione dei Lavori potrà prescrivere all'impresa di effettuare lo sfalcio in dette aree anche a tratti discontinui e senza che questo possa costituire motivo di richiesta di indennizzi particolari da parte dell'impresa stessa.

L'erba sfalciata dovrà prontamente essere raccolta da parte dell'impresa e trasportata fuori dalle pertinenze autostradali entro 24 ore dallo sfalcio.

La raccolta e l'allontanamento dell'erba dovranno essere eseguiti con la massima cura, evitando la sua dispersione sul piano viabile, anche se questo non risulta ancora pavimentato e pertanto ogni automezzo dovrà avere il carico ben sistemato e munito di reti di protezione.

## **Art. 74 Impianto idrosanitario**

### **74.1 Caratteristiche dei materiali**

I materiali e gli oggetti così come i loro prodotti di assemblaggio (gomiti, valvole di intercettazione, guarnizioni ecc.), devono essere compatibili con le caratteristiche delle acque destinate al consumo umano, quali definite nell'allegato I del D.Lgs. n. 31/2001. Inoltre essi non devono, nel tempo, in condizioni normali o prevedibili d'impiego e di messa in opera, alterare l'acqua con essi posta a contatto:

- sia conferendole un carattere nocivo per la salute;
- sia modificandone sfavorevolmente le caratteristiche organolettiche, fisiche, chimiche e microbiologiche.

I materiali e gli oggetti non devono, nel tempo, modificare le caratteristiche delle acque poste con essi in contatto, in maniera tale da non consentire il rispetto dei limiti vigenti negli effluenti dagli impianti di depurazione delle acque reflue urbane.

## 74.2 Prescrizioni normative

Ai sensi del D.M. 22 gennaio 2008, n. 37, sono soggetti all'applicazione della stessa legge, gli impianti idrosanitari nonché quelli di trasporto, di trattamento, di uso, di accumulo e di consumo di acqua all'interno degli edifici a partire dal punto di consegna dell'acqua fornita dall'ente distributore.

- Per i criteri di progettazione, collaudo e gestione valgono le seguenti norme:

UNI 9182, Edilizia - Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda. Criteri di progettazione, collaudo e gestione;

UNI 9183 - Edilizia. Sistemi di scarico delle acque usate. Criteri di progettazione, collaudo e gestione;

UNI 9184, Edilizia - Sistemi di scarico delle acque meteoriche. Criteri di progettazione, collaudo e gestione;

- Disegni tecnici

UNI 9511-1 - Disegni tecnici. Rappresentazione delle installazioni. Segni grafici per impianti di condizionamento dell'aria, riscaldamento, ventilazione, idrosanitari, gas per uso domestico;

UNI 9511-2 - Disegni tecnici. Rappresentazione delle installazioni. Segni grafici per apparecchi e rubinetteria sanitaria;

UNI 9511-3 - Disegni tecnici. Rappresentazione delle installazioni. Segni grafici per la regolazione automatica;

UNI 9511-4 - Disegni tecnici. Rappresentazione delle installazioni. Segni grafici per impianti di refrigerazione;

UNI 9511-5 - Disegni tecnici. Rappresentazione delle installazioni. Segni grafici per sistemi di drenaggio e scarico acque usate.

## 74.3 Contatori per acqua

### 74.3.1 Contatori per acqua fredda

I contatori da impiegarsi normalmente sui circuiti idraulici per temperature dell'acqua non superiori a 35 °C potranno essere dei seguenti tipi:

- tipo a turbina, a getto multiplo od unico, a quadrante asciutto o bagnato;

- a mulinello (Woltmann), in esecuzione chiusa od a revisione.

I contatori a turbina a getto unico saranno di solito impiegati per acque con tendenza a formare incrostazioni, e in questo caso, si darà la preferenza a contatori a quadrante bagnato.

Per la misura di portate rilevanti, e non soggette a notevoli variazioni (condotte prementi, circuiti di raffreddamento e simili) saranno impiegati contatori a mulinello (Woltmann).

Per quanto riguarda definizioni, requisiti, prove di attacchi, si farà riferimento alle seguenti norme (valide per i contatori a turbina - per i contatori a mulinello si ricorrerà alle norme solo in quanto ad essi applicabili):

- definizioni e prove: UNI 1075 1 e 2 ;

- dimensioni e quadranti: UNI 1064 -1067;

- montaggi sulla tubazione: UNI 1073 - 1074 ; UNI 2223; UNI 2229.

I contatori debbono essere costruiti con materiali di note caratteristiche per quanto riguarda la loro resistenza meccanica e strutturale a temperature non inferiori a 35 °C. Detti materiali debbono essere tali da non formare tra loro coppie elettrolitiche capaci di causare fenomeni di corrosione apprezzabili, nonché, capaci di resistere ad ogni possibile attacco chimico dell'acqua.

Le orologerie dovranno essere facilmente smontabili per le operazioni di revisione e riparazione; i quadranti in materiale indeformabile, con scritte inalterabili nel tempo, anche se immersi nell'acqua; i rulli, nei contatori a lettura diretta, in materiale rigorosamente inossidabile; i vetri ben trasparenti, senza difetti e idonei a sopportare una eventuale sovrappressione per colpo d'ariete.

#### 74.3.2 Contatori per acqua calda

I contatori per acqua calda avranno caratteristiche analoghe ai precedenti, con l'avvertenza che i materiali impiegati dovranno essere inalterabili per temperature sino a 100 °C. Per le prove d'accettazione si applicherà la norma:

UNI 8349 - Contatori per acqua calda per uso sanitario. Prescrizioni e prove.

### 74.4 **Criteria di esecuzione**

#### 74.4.1 Posa in opera delle tubazioni

Per la posa delle tubazioni si applicano le disposizioni dell'appendice U (Prescrizioni particolari di impiego e posa delle tubazioni) alle norme UNI 9182.

In particolare le tubazioni in acciaio zincato non devono essere piegate a caldo o a freddo per angoli superiori a 45°, né sottoposte a saldatura. Tali tipi di tubazioni se interrate e non facilmente ispezionabili devono essere opportunamente protette dalla corrosione, non devono essere impiegate per convogliare acqua avente temperatura superiore a 60 °C e durezza inferiore a 10°F e non essere preceduti da serbatoi o tratti di tubazione in rame.

#### *Ancoraggi delle tubazioni a vista*

Gli ancoraggi ed i sostegni delle tubazioni non interrate devono essere eseguiti:

- per le tubazioni di ghisa e di plastica: mediante collari in due pezzi fissati immediatamente a valle del bicchiere, con gambo inclinato verso il tubo; per pezzi uguali o superiori al metro deve applicarsi un collare per ogni giunto;
- per le tubazioni in acciaio e rame: mediante collari di sostegno in due pezzi, nelle tubazioni verticali; mediante mensole nelle tubazioni orizzontali, poste a distanza crescente al crescere del diametro delle tubazioni, e comunque a distanza tale da evitare avvallamenti.

#### *Pulizia e disinfezione della rete idrica e dei serbatoi*

Le tubazioni per la distribuzione di acqua potabile, come stabilito dalla norma UNI 9182, prima della messa in funzione dovranno essere sottoposte a:

- prelavaggio per l'eliminazione dei residui di lavorazione;
- lavaggio prolungato dopo l'ultimazione dell'impianto, compresa l'installazione dei rubinetti;

- disinfezione mediante immissione nella rete idrica di cloro gassoso, miscela di acqua con cloro gassoso, miscela d'acqua con ipoclorito di calcio, risciacquando fino a quando necessario con acqua potabile. La miscela disinfettante dovrà permanere in tutti i tratti della rete idrica per almeno 8 ore.

- risciacquo finale effettuato con acqua potabile sino a quando necessario, prelevando successivamente i campioni d'acqua da sottoporre ad analisi presso laboratori specializzati. I risultati delle analisi sono fondamentali ed indispensabili per l'utilizzazione dell'impianto di distribuzione.

I serbatoi di accumulo acqua devono essere disinfettati allo stesso modo della rete idrica, con la differenza che la soluzione deve fare rilevare almeno 200 ppm di cloro residuo.

L'impresa appaltatrice durante la disinfezione deve predisporre tutti i provvedimenti cautelativi (avvisi, segnali, ecc.) per impedire il prelevamento d'acqua potabile da parte di non addetti ai lavori.

In caso di modifiche all'impianto di distribuzione deve essere ripetuta l'operazione di pulizia e disinfezione.

#### 74.4.2 Isolamento termico

Le protezioni termiche (rivestimenti isolanti) delle tubazioni devono essere costituite da materiali aventi bassa conducibilità termica, e vengono impiegati per due distinti scopi:

- impedire la condensazione del vapore acqueo dell'aria su tubazioni ed apparecchiature attraversate da acqua fredda;
- ridurre le dispersioni di calore nelle tubazioni ed apparecchiature attraversate da acqua calda.

##### *Materiali isolanti*

I rivestimenti isolanti, applicati alle tubazioni per impedire la condensazione del vapore acqueo, saranno costituiti da:

- lana di roccia, in materassini aventi spessore non inferiore a 20 mm, trapunta su cartone cartamato;
- sughero, in lastre o coppelle, aventi spessore non inferiore a 25 mm e densità non superiore a 120 kg/m<sup>3</sup>.

#### 74.4.3 Protezione contro la corrosione

##### *Generalità*

Con il termine protezione contro la corrosione si indica l'insieme di quegli accorgimenti tecnici atti a evitare che si verifichino le condizioni per certe forme di attacco dei manufatti metallici, dovute - per la maggior parte - ad una azione elettrochimica.

In linea generale occorrerà evitare che si verifichi una disimmetria del sistema metallo-elettrolita, per esempio: il contatto di due metalli diversi, aerazione differenziale, etc.

Le protezioni possono essere di tipo passivo o di tipo attivo, o di entrambi i tipi.

La protezione passiva consiste nell'isolare le tubazioni dall'ambiente esterno e fra loro, mediante idonei rivestimenti superficiali di natura organica ed inorganica, e/o interrompere la continuità di ciascuna tubazione interponendo speciali giunti dielettrici.

La protezione attiva consiste nel mantenere le tubazioni in particolari condizioni elettrochimiche in modo da evitare la continua cessione di metallo al mezzo circostante.

#### *Mezzi impiegabili per la protezione passiva*

I mezzi per la protezione passiva delle tubazioni possono essere costituiti da:

- speciali vernici bituminose, applicate a caldo od a freddo;
- vernici anticorrosive a base di adatte resine sintetiche metallizzate o meno;
- vernici anticorrosive a base di ossidi;
- fasce in fibra di vetro bituminoso;
- fasce sovrapponibili paraffinate in resine sintetiche;
- manicotti isolanti e canne isolanti in amianto cemento od in resine sintetiche, usabili per l'attraversamento di parti murarie;
- giunti dielettrici.

I rivestimenti, di qualsiasi natura, debbono essere accuratamente applicati alle tubazioni, previa accurata pulizia, e non debbono presentare assolutamente soluzioni di continuità.

All'atto della applicazione dei mezzi di protezione occorre evitare che in essi siano contenute sostanze suscettibili di attaccare sia direttamente che indirettamente il metallo sottostante, attraverso eventuale loro trasformazione.

Le tubazioni interrate dovranno essere posate su un letto di sabbia neutra e ricoperte con la stessa sabbia per un'altezza non inferiore a 15 cm sulla generatrice superiore del tubo.

#### *Mezzi impiegabili per la protezione attiva*

La protezione attiva delle condotte assoggettabili alle corrosioni per l'azione di corrente esterna impressa o vagante, deve essere effettuata mediante protezione catodica: sovrapponendo alla corrente di corrosione una corrente di senso contrario di intensità uguale o superiore a quella di corrosione.

L'applicazione di questo procedimento sarà condizionata dalla continuità elettrica di tutti gli elementi delle tubazioni e dall'isolamento esterno rinforzato dei tubi.

#### *Protezione passiva ed attiva*

Qualora le tubazioni isolate con uno dei mezzi indicati per la protezione passiva non risultassero sufficientemente difese, dovrà provvedersi anche alla contemporanea protezione attiva adottando uno dei sistemi già illustrati.

### 74.4.4 Rete di ventilazione

#### *Sistemi di aerazione delle reti di ventilazione*

Per ventilazione di un impianto idrosanitario si intende il complesso di colonne e diramazioni che collegano le colonne di scarico ed i sifoni dei singoli apparecchi sanitari con l'aria esterna, al fine di evitare pressioni e depressioni nella rete di scarico. Le diramazioni di ventilazio-

ne sono le tubazioni che collegano i sifoni degli apparecchi con le colonne di ventilazione. Le colonne di ventilazione sono delle tubazioni verticali parallele alle colonne di scarico.

La ventilazione degli impianti sanitari per lo smaltimento verso l'esterno di cattivi odori, può essere realizzata nei seguenti modi:

- Ventilazione primaria: ottenuta prolungando la colonna di scarico oltre la copertura dell'edificio, preferibilmente al di sopra del punto più alto dell'edificio per un'altezza di almeno un metro. Il punto terminale deve essere dotato di cappello esalatore del tipo antipioggia. E' consigliabile installare il tipo girevole in modo che la bocca di aerazione si venga a trovare in posizione riparata rispetto al direzione del vento.

- Ventilazione a gancio: è impiegata per gli apparecchi in batteria (max 3), tipico dei servizi igienici di edifici pubblici, applicando la ventilazione all'estremità del collettori di scarico in prossimità della parte terminale fino al di sopra degli apparecchi serviti; in caso in cui gli apparecchi sanitari sono più di tre dovrà effettuarsi la ventilazione anche in una posizione intermedia del collettore di scarico.

- Ventilazione unitaria: ottenuta ventilando i sifoni di tutti gli apparecchi sanitari. L'attacco della diramazione alla tubazione di scarico dovrà essere il più vicino possibile al sifone senza peraltro nuocere al buon funzionamento sia dell'apparecchio servito che del sifone.

In assenza di precise indicazioni progettuali si farà riferimento all'Appendice F (raccordi di ventilazione) della norma UNI 9183, in generale per i vasi dovranno adoperarsi diametri di almeno 40 mm e di 32 mm negli altri casi.

Le tubazioni di ventilazione non dovranno mai essere utilizzate come tubazioni di scarico dell'acqua di qualsiasi natura, nè, essere destinate ad altro genere di ventilazione, aspirazione di fumo, esalazioni di odori da ambienti, e simili.

*Diametri interni delle diramazioni di ventilazione secondaria*

| Apparecchio sanitario | Diametro (mm) |
|-----------------------|---------------|
| Bidé                  | 35            |
| lavabo                | 35            |
| vasca da bagno        | 40            |
| vaso a cacciata       | 50            |
| vaso alla turca       | 50            |
| lavello               | 40            |
| orinatori sospesi     | 40            |
| orinatori a stallo    | 50            |
| piatto doccia         | 40            |
| fontanella            | 25            |
| lavapiedi             | 40            |
| scatola sifonata      | 40            |

*Diametri i della diramazione di ventilazione per più apparecchi sanitari*

| Gruppo di apparecchi senza vasi |                             | Gruppo di apparecchi con vasi |                             |
|---------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Unità di scarico                | Diramazione di ventilazione | Unità di scarico              | Diramazione di ventilazione |
| 1                               | 35                          | fino a 17                     | 50                          |
| 2 a 8                           | 40                          | 18 a 36                       | 60                          |



|         |    |         |    |
|---------|----|---------|----|
| 9 a 18  | 50 | 37 a 60 | 70 |
| 19 a 36 | 60 |         |    |

### *Materiali ammessi*

Nella realizzazione della rete di ventilazione, sono ammesse tubazioni realizzate con i seguenti materiali:

- ghisa catramata centrifugata, con giunti a bicchiere sigillati a caldo con materiale idoneo, od a freddo con opportuno materiale (sono tassativamente vietate le sigillature con materiale cementizio);
- acciaio, trafilato o liscio, con giunti a vite e manicotto o saldati con saldatura autogena od elettrica;
- PVC con pezzi speciali di raccordo con giunto filettato o ad anello dello stesso materiale;
- fibrocemento;
- polipropilene;
- polietilene ad alta densità.

Altri sistemi di ventilazione degli impianti idrosanitari, diversi da quelli progettuali esecutivi, dovranno essere autorizzati dalla Direzione dei Lavori, aggiornando successivamente il piano di manutenzione dell'opera.

### *Requisiti minimi delle tubazioni di ventilazione*

Il diametro del tubo di ventilazione di ogni singolo apparecchio dovrà essere almeno pari ai tre quarti del diametro della corrispondente colonna di scarico, senza superare i 50 mm.

Nel caso in cui una diramazione di ventilazione raccolga la ventilazione singola di più apparecchi sanitari, il suo diametro sarà almeno pari ai tre quarti del diametro del corrispondente collettore di scarico, senza superare i 70 mm.

Il diametro della colonna di ventilazione sarà costante e sarà determinato in base al diametro della colonna di scarico alla quale è abbinato, alla quantità di acqua di scarico ed alla lunghezza della colonna di ventilazione stessa. Tale diametro non potrà essere inferiore a quello della diramazione di ventilazione di massimo diametro che in essa si innesta.

#### 74.4.5 Rete di scarico delle acque di rifiuto

Con il nome generico di scarichi, si indicano le tubazioni in cui scorrono tutte le acque di rifiuto e le acque piovane. Le tubazioni destinate alla raccolta delle acque di rifiuto e quelle destinate alla raccolta delle acque piovane, dovranno essere separate, fino al recapito esterno.

La rete di scarico dovrà corrispondere ai seguenti requisiti:

- allontanare rapidamente le acque di rifiuto, senza che si formino sedimentazioni di materie putrescibili od incrostazioni;
- garantire la perfetta tenuta con materiale di giunzione dotato di proprietà plastiche allo scopo di consentire un conveniente grado di scorrevolezza del giunto in caso di variazioni termiche e di possibili assestamenti strutturali;
- impedire il passaggio di esalazioni dalle tubazioni agli ambienti abitati;
- essere resistente a corrosione per effetto di gas ed acidi corrosivi.

Le tubazioni di scarico vengono distinte in:

- diramazioni di scarico, sono costituiti dai tronchi di tubazione che collegano gli apparecchi sanitari alla colonna;
- colonne di scarico, sono costituite da tronchi di tubazione verticale;
- collettori di scarico, sono costituiti da tronchi orizzontali di tubazioni poste alla base delle colonne con la funzione di raccogliere le acque delle colonne e convogliarle alla fognatura urbana.

Le tubazioni di scarico per le acque piovane non dovranno essere usate come reti di esalazione naturale delle fogne cittadine e delle reti di scarico delle acque di rifiuto.

L'impianto di cui sopra si intende funzionalmente suddiviso come segue:

- parte destinata al convogliamento delle acque (raccordi, diramazioni, colonne, collettori);
- parte destinata alla ventilazione primaria;
- parte destinata alla ventilazione secondaria;
- raccolta e sollevamento sotto quota;
- trattamento delle acque.

### *Materiali*

Per la realizzazione delle diverse parti funzionali si utilizzeranno i materiali ed i componenti indicati nei documenti progettuali ed a loro completamento si rispetteranno le prescrizioni seguenti.

Vale inoltre, quale precisazione ulteriore a cui fare riferimento, la norma UNI 9183.

1) I tubi utilizzabili devono rispondere alle seguenti norme:

- Tubi di acciaio, senza saldatura e saldati, per condotte di acqua: UNI 6363.

Il loro uso deve essere limitato alle acque di scarico con poche sostanze in sospensione e non saponose.

Per la zincatura si fa riferimento alle norme sui trattamenti galvanici. Per i tubi di acciaio rivestiti, il rivestimento deve rispondere alle prescrizioni delle norme UNI esistenti (polietilene, bitume, ecc.) e comunque non deve essere danneggiato o staccato; in tal caso deve essere eliminato il tubo;

- tubi di ghisa: devono essere del tipo centrifugato e ricotto, possedere rivestimento interno di catrame, resina epossidica ed essere esternamente catramati o verniciati con vernice antiruggine;
- tubi di grès: devono rispondere alla norma UNI EN 295 (varie parti);
- tubi di fibrocemento; devono rispondere alla norma UNI EN 588-1.
- tubi di calcestruzzo non armato per fognature, a sezione interna circolare, senza piede di appoggio, devono rispondere alla norma UNI 9534.
- tubi di materiale plastico:

tubi di PVC per condotte all'interno dei fabbricati;

tubi di PVC per condotte interrate;

tubi di polietilene ad alta densità (PEAD) per condotte interrate;

tubi di polipropilene (PP);

tubi di polietilene ad alta densità (PEAD) per condotte all'interno dei fabbricati;

2) Per gli altri componenti vale quanto segue:

- per gli scarichi ed i sifoni di apparecchi sanitari vedere l'articolo sui componenti dell'impianto di adduzione dell'acqua;
- in generale i materiali di cui sono costituiti i componenti del sistema di scarico devono rispondere alle seguenti caratteristiche:

a) minima scabrezza, al fine di opporre la minima resistenza al movimento dell'acqua;

b) impermeabilità all'acqua ed ai gas per impedire i fenomeni di trasudamento e di fuoriuscita degli odori;

c) resistenza all'azione aggressiva esercitata dalle sostanze contenute nelle acque di scarico, con particolare riferimento a quelle dei detersivi e delle altre sostanze chimiche usate per lavaggi;

d) resistenza all'azione termica delle acque aventi temperature sino a 90 °C circa;

e) opacità alla luce per evitare i fenomeni chimici e batteriologici favoriti dalle radiazioni luminose;

f) resistenza alle radiazioni UV, per i componenti esposti alla luce solare;

g) resistenza agli urti accidentali.

In generale i prodotti ed i componenti devono inoltre rispondere alle seguenti caratteristiche:

h) conformazione senza sporgenze all'interno per evitare il deposito di sostanze contenute o trasportate dalle acque;

i) stabilità di forma in senso sia longitudinale sia trasversale;

l) sezioni di accoppiamento con facce trasversali perpendicolari all'asse longitudinale;

m) minima emissione di rumore nelle condizioni di uso;

n) durabilità compatibile con quella dell'edificio nel quale sono montati.

- gli accumuli e sollevamenti devono essere a tenuta di aria per impedire la diffusione di odori all'esterno, ma devono avere un collegamento con l'esterno a mezzo di un tubo di ventilazione di sezione non inferiore a metà del tubo o della somma delle sezioni dei tubi che convogliano le acque nell'accumulo;

- le pompe di sollevamento devono essere di costituzione tale da non intasarsi in presenza di corpi solidi in sospensione la cui dimensione massima ammissibile è determinata dalla misura delle maglie di una griglia di protezione da installare a monte delle pompe.

#### *Criteria di esecuzione*

Per la realizzazione dell'impianto si utilizzeranno i materiali, i componenti e le modalità indicate nei documenti progettuali, e qualora non siano specificate in dettaglio nel progetto od a suo completamento si rispetteranno le prescrizioni seguenti o ulteriori disposizioni impartite dalla Direzione dei Lavori.

Vale inoltre, quale prescrizione ulteriore a cui fare riferimento, la norma UNI 9183.

Nel suo insieme l'impianto deve essere installato in modo da consentire la facile e rapida manutenzione e pulizia; deve permettere la sostituzione, anche a distanza di tempo, di ogni sua parte senza gravosi o non previsti interventi distruttivi di altri elementi della costruzione; deve

permettere l'estensione del sistema, quando previsto, ed il suo facile collegamento ad altri sistemi analoghi.

Le tubazioni orizzontali e verticali devono essere installate in allineamento secondo il proprio asse, parallele alle pareti e con la pendenza di progetto.

Esse non devono passare sopra apparecchi elettrici o simili o dove le eventuali fuoruscite possono provocare inquinamenti. Quando ciò è inevitabile devono essere previste adeguate protezioni che convogliano i liquidi in un punto di raccolta.

Quando applicabile vale il D.M. 12 dicembre 1985 per le tubazioni interrato.

I raccordi con curve e pezzi speciali devono rispettare le indicazioni predette per gli allineamenti, le discontinuità, le pendenze, ecc. Le curve ad angolo retto non devono essere usate nelle connessioni orizzontali (sono ammesse tra tubi verticali ed orizzontali), sono da evitare le connessioni doppie e tra loro frontali ed i raccordi a T. I collegamenti devono avvenire con opportuna inclinazione rispetto all'asse della tubazione ricevente ed in modo da mantenere allineate le generatrici superiori dei tubi.

I cambiamenti di direzione devono essere fatti con raccordi che non producano apprezzabili variazioni di velocità od altri effetti di rallentamento.

Le connessioni in corrispondenza di spostamento dell'asse delle colonne dalla verticale devono avvenire ad opportuna distanza dallo spostamento e comunque a non meno di 10 volte il diametro del tubo ed al di fuori del tratto di possibile formazione delle schiume.

Gli attacchi dei raccordi di ventilazione secondaria devono essere realizzati come indicato nella norma UNI 9183. Le colonne di ventilazione secondaria, quando non hanno una fuoruscita diretta all'esterno, possono:

- essere raccordate alle colonne di scarico ad una quota di almeno 15 cm più elevata del bordo superiore del troppopieno dell'apparecchio collocato alla quota più alta nell'edificio;
- essere raccordate al disotto del più basso raccordo di scarico;
- devono essere previste connessioni intermedie tra colonna di scarico e ventilazione almeno ogni 10 connessioni nella colonna di scarico.

I terminali delle colonne fuoriuscenti verticalmente dalle coperture devono essere a non meno di 0,15 m dall'estradosso per coperture non praticabili ed a non meno di 2 m per coperture praticabili. Questi terminali devono distare almeno 3 m da ogni finestra oppure essere ad almeno 0,60 m dal bordo più alto della finestra.

I punti di ispezione devono essere previsti con diametro uguale a quello del tubo fino a 100 mm, e con diametro minimo di 100 mm negli altri casi. La loro posizione deve essere:

- al termine della rete interna di scarico insieme al sifone e ad una derivazione;
- ad ogni cambio di direzione con angolo maggiore di 45°;
- ogni 15 m di percorso lineare per tubi con diametro sino a 100 mm ed ogni 30 m per tubi con diametro maggiore;
- ad ogni confluenza di due o più provenienze;
- alla base di ogni colonna.

Le ispezioni devono essere sempre consentite, gli spazi devono essere accessibili tali da consentire di operare con gli utensili di pulizia. Apparecchi facilmente rimovibili possono fungere da ispezioni. Nel caso di tubi interrati con diametro uguale o superiore a 300 mm bisogna prevedere pozzetti di ispezione ad ogni cambio di direzione e comunque ogni 40-50 m.

I supporti di tubi ed apparecchi devono essere staticamente affidabili, durabili nel tempo e tali da non trasmettere rumori e vibrazioni. Le tubazioni vanno supportate ad ogni giunzione; ed inoltre quelle verticali almeno ogni 2,5 m e quelle orizzontali ogni 0,5 m per diametri fino a 50 mm, ogni 0,8 m per diametri fino a 100 mm, ogni 1,00 m per diametri oltre 100 mm. Il materiale dei supporti deve essere compatibile chimicamente ed in quanto a durezza con il materiale costituente il tubo.

Si devono prevedere giunti di dilatazione, per i tratti lunghi di tubazioni, in relazione al materiale costituente ed alla presenza di punti fissi quali parti murate o vincolate rigidamente. Gli attraversamenti delle pareti a seconda della loro collocazione possono essere per incasso diretto, con utilizzazione di manicotti di passaggio (controtubi) opportunamente riempiti tra tubo e manicotto, con foro predisposto per il passaggio in modo da evitare punti di vincolo.

Gli scarichi a pavimento all'interno degli ambienti devono sempre essere sifonati con possibilità di un secondo attacco.

#### *Diramazioni di scarico*

Le diramazioni di scarico possono essere realizzate in tubi di piombo, ghisa, materiale plastico (PVC o polietilene ad alta densità, PE ad) o acciaio.

Le diramazioni devono convogliare le acque di scarico provenienti dagli apparecchi sanitari senza eccessive pressioni o formazione di perturbazione nelle colonne di scarico per effetto dei flussi discendenti

La portata della diramazione di scarico deve essere maggiore o uguale alla somma delle portate dei singoli apparecchi sanitari collegati dalla diramazione.

Il collegamento delle diramazioni di scarico di piombo con le colonne di scarico di ghisa deve avvenire mediante l'interposizione di anelli di congiunzione (virola) in rame. Nel caso di diramazioni materiali plastici il collegamento alle colonne di scarico può essere eseguito con anello elastico a pressione o mediante incollaggio con speciale mastice, in modo da assicurare la perfetta tenuta idraulica.

Per le diramazioni in tubazioni di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) nel campo degli scarichi (a bassa ed alta temperatura), sia all'interno della struttura degli edifici (marcati "B"), sia nel sottosuolo entro la struttura dell'edificio (marcati "BD"), si applicheranno le disposizioni della norma UNI EN 1329-1.

La pendenza delle diramazioni deve essere maggiore del 2%.

Ai tratti orizzontali deve essere assicurato un minimo di pendenza per facilitare il deflusso delle acque reflue.

#### *Diametro minimo delle diramazioni di scarico in funzione della pendenza*

|                      |  |
|----------------------|--|
| Diametro minimo (mm) | Max numero unità di scarico con pendenza |
|----------------------|--|

|                 | 1%  | 2%  | 4%  |
|-----------------|-----|-----|-----|
| 35(senza vasi)  | 1   | 1   | 1   |
| 40(senza vasi)  | 2   | 3   | 4   |
| 50(senza vasi)  | 4   | 5   | 6   |
| 60(senza vasi)  | 7   | 10  | 12  |
| 70(senza vasi)  | 12  | 15  | 18  |
| 80(senza vasi)  | 22  | 28  | 34  |
| 80 (max 2 vasi) | 14  | 16  | 20  |
| 100             | 80  | 90  | 100 |
| 125             | 120 | 160 | 200 |
| 150             | 250 | 300 | 400 |

*Diametro minimo delle diramazioni di scarico interne in funzione delle unità di scarico*

| Apparecchio sanitario | Diametro minimo (mm) | Unità di scarico |
|-----------------------|----------------------|------------------|
| Lavabo                | 35                   | 1-2              |
| Lavello da cucina     | 40                   | 3                |
| Vaso a cacciata       | 100                  | 2-4              |
| Vaso ad aspirazione   | 80                   | 6                |
| Vaso alla turca       | 100                  | 7-8              |
| Vasca da bagno        | 40-50                | 3-4              |
| Doccia                | 40-50                | 2-3              |
| Piletta               | 40                   | 3                |
| Bidet                 | 35                   | 1-2              |
| Orinatoi              | 40                   | 2-4              |
| Lavapiedi             | 40                   | 2                |
| Vuotatoi              | 100                  | 8                |

*Colonne di scarico*

Le colonne di scarico sono costituite da tubazioni verticali in ghisa, materiale plastico (PVC o polietilene ad alta densità, PE ad), acciaio, acciaio smaltato o in gres.

Il diametro della colonna di scarico deve essere determinato in funzione delle unità di scarico delle diramazioni servite e dall'altezza della colonna; tale diametro deve essere mantenuto costante per tutta l'altezza della colonna. In caso di spostamenti dell'asse della colonna superiori a 45° rispetto alla si rimanda alle disposizioni della UNI 9183, che prevede la suddivisione della colonna in tratti.

Le colonne di scarico devono essere fissate alle strutture portanti mediante collari in acciaio inox o acciaio zincato. Le tubazioni in plastica, per tenere conto delle dilatazioni termiche, vanno fissate con due ancoraggi ( del tipo a manicotti scorrevoli) posti sotto il bicchiere.

*Diametro minimo delle colonne di scarico*

| Diametro minimo (mm) | Max numero unità di scarico |                      | Lunghezza max della colonna (m) |
|----------------------|-----------------------------|----------------------|---------------------------------|
|                      | per ogni piano              | per tutta la colonna |                                 |
| 40(senza vasi)       | 3                           | 8                    | 14                              |
| 50(senza vasi)       | 5                           | 18                   | 18                              |
| 60(senza vasi)       | 8                           | 25                   | 25                              |
| 70(senza vasi)       | 20                          | 35                   | 30                              |
| 80                   | 40                          | 70                   | 50                              |
| 100                  | 100                         | 350                  | 80                              |
| 125                  | 200                         | 800                  | 100                             |
| 150                  | 300                         | 1200                 | 140                             |

### *Collettori di scarico*

I collettori di scarico devono essere collocati in modo da avere la massima pendenza possibile e la minima lunghezza. Gli eventuali cambiamenti di direzione devono avvenire mediante curve ampie con angolo non superiore ai 45°. In prossimità del cambiamento di direzione da verticale ad orizzontale devono usarsi due mezze curve a 45 in modo di formare una curva più ampia possibile.

I collettori di scarico a soffitto devono essere sostenuti da braccialetti apribili, collocati in prossimità di ogni bicchiere ed in generale ogni 2 m di lunghezza di tubazione in ghisa o materiale plastico, per le tubazioni in gres tale distanza deve essere ridotta ad 1 metro. I collari di sostegno a soffitto possono essere del tipo a nastro regolabile o a collare pesante in metallo o in PVC

I collettori di scarico dovranno essere dotati, prima del loro collegamento con il recapito esterno, di un idoneo dispositivo ispezionabile a chiusura idraulica provvisto di attacco per la ventilazione.

Nei collettori deve essere assicurata una velocità di deflusso non inferiore a 0,6 m/s in modo da evitare la separazione dei materiali solidi da allontanare, l'eventuale velocità massima di deflusso deve essere compatibile con il materiale componente il collettore in modo da non provocare forme di abrasione della superficie interna dei tubi. La velocità media di deflusso deve essere compresa tra 0,7 e 2,5 m/s.

La Direzione dei Lavori potrà procedere alla verifica della velocità di deflusso in relazione alla portata e pendenza della tubazione.

### *Collettori di scarico: diametro minimo in funzione della pendenza*

| Diametro minimo (mm) | Max numero unità di scarico con pendenza |      |      |
|----------------------|--|------|------|
|                      | 2%                                       | 3%   | 4%   |
| 35(senza vasi)       | 30                                       | 40   | 60   |
| 80 (senza vasi)      | 80                                       | 40   | 60   |
| 100                  | 80                                       | 100  | 150  |
| 125                  | 200                                      | 250  | 350  |
| 150                  | 500                                      | 600  | 800  |
| 200                  | 1500                                     | 2000 | 2500 |
| 250                  | 3000                                     | 4000 | 5000 |

|     |      |      |      |
|-----|------|------|------|
| 300 | 5000 | 6500 | 8000 |
|-----|------|------|------|

*Collettori di scarico: velocità dell'acqua e massimo numero di unità di scarico in funzione del diametro e della pendenza*

| Diametro colonna | Velocità (m/s) |      |      |      | Carico US    |      |      |
|------------------|----------------|------|------|------|--------------|------|------|
|                  | pendenza (%)   |      |      |      | pendenza (%) |      |      |
|                  | 0,5            | 1    | 2    | 4    | 1            | 2    | 4    |
| 50               | 0,31           | 0,44 | 0,62 | 0,88 | -            | 21   | 26   |
| 65               | 0,34           | 0,49 | 0,68 | 0,98 | -            | 24   | 31   |
| 80               | 0,38           | 0,54 | 0,76 | 1,08 | 20           | 27   | 36   |
| 100              | 0,44           | 0,62 | 0,88 | 1,24 | 180          | 216  | 250  |
| 125              | 0,49           | 0,69 | 1,08 | 1,39 | 390          | 480  | 575  |
| 150              | 0,54           | 0,76 | 1,24 | 1,52 | 700          | 840  | 1000 |
| 200              | 0,62           | 0,88 | 1,29 | 1,75 | 1600         | 1920 | 2300 |
| 250              | 0,69           | 0,98 | 1,39 | 1,96 | 29900        | 3500 | 4200 |
| 300              | 0,75           | 1,07 | 1,47 | 2,06 | 4600         | 5600 | 6700 |

*Collettori di scarico: Pendenze minime consigliata per i tratti sub-orizzontali*

| Tubazione                          | Pendenza (%) |
|------------------------------------|--------------|
| gres o piombo                      | 0,5          |
| ghisa, acciaio, materiale plastico | 1            |
| fibrocemento                       | 1,5          |
| cemento                            | 2            |

*Diametri indicativi delle tubazioni di scarico di alcuni apparecchi idrosanitari*

| Apparecchio idrosanitario         | Diametro minimo interno del sifone e dello scarico (mm) |
|-----------------------------------|---|
| lavabo                            | 32  |
| vaso a sedere normale             | 100   |
| vaso a sedere ad aspirazione      | 75  |
| vaso alla turca                   | 100   |
| vasca da bagno                    | 50  |
| bidet                             | 32  |
| doccia                            | 50  |
| lavastoviglie, lavatrice          | 40  |
| orinatoio sospeso                 | 40  |
| orinatoio a stallo verticale      | 50  |
| orinatoio ad aspirazione          | 32  |
| lavello da cucina di appartamento | 40  |
| lavello da cucina di ristorante   | 75  |
| lavabo da ristorante              | 50  |
| lavabo da laboratorio             | 40  |
| vuotatoio                         | 100   |
| lavapiedi                         | 40  |
| lavatoio                          | 40  |
| fontanella d'acqua da bere        | 32  |
| chiusino a pavimento              | 50  |

*Dispositivo a chiusura idraulica*

Ogni apparecchio sanitario dovrà essere corredato di un dispositivo a chiusura idraulica, inserito sullo scarico, ispezionabile e collegabile alla diramazione di ventilazione.



### *Pozzetti di ispezioni*

Le reti di scarico devono essere dotate di pozzetti di ispezione, le cui dimensioni dipendono dalla quota del piano di posa delle tubazioni, conformemente alle prescrizioni del progetto esecutivo o ulteriori disposizioni impartite dalla Direzione dei Lavori.

Il volume interno del pozzetto deve essere maggiore o uguale al volume dell'interno della colonna di scarico servita

### *Dimensioni indicative di pozzetti di ispezione*

| Profondità (cm) | Dimensioni interne del pozzetto (cm) | Muratura          | Chiusino dimensione esterne (cm) |
|-----------------|--------------------------------------|-------------------|----------------------------------|
| < 90            | 52x52                                | a 1 testa         | 64x64                            |
| 90 – 250        | 82x82                                | a 2 teste         | 84x84                            |
| >250            | □90                                  | cls prefabbricato | 84x84                            |

## 74.4.6 Rete di scarico delle acque piovane. Canali di gronda e pluviali

### *Generalità*

I sistemi di scarico delle acque meteoriche possono essere realizzati in:

- canali di gronda : lamiera zincata, rame, PVC, acciaio inossidabile;
- pluviali ( tubazioni verticali): lamiera zincata, rame, PVC, acciaio inossidabile, polietilene ad alta densità (PE ad), alluminio, ghisa e acciaio smaltato;
- collettori di scarico (o orizzontali): ghisa, PVC, polietilene ad alta densità (PE ad), cemento e fibrocemento.

Le tubazioni di scarico per le acque piovane non dovranno essere usate come reti di esalazione naturale delle fogne cittadine e delle reti di scarico delle acque di rifiuto.

### *Materiali e criteri di esecuzione*

Per la realizzazione delle diverse parti funzionali si utilizzeranno i materiali ed i componenti indicati nei documenti progettuali. Qualora non siano specificati in dettaglio nel progetto od a suo completamento, si rispetteranno le prescrizioni seguenti:

- a) in generale tutti i materiali ed i componenti devono resistere all'aggressione chimica degli inquinanti atmosferici, all'azione della grandine, ai cicli termici di temperatura (compreso gelo/disgelo) combinate con le azioni dei raggi IR, UV, ecc.;
- b) gli elementi di convogliamento ed i canali di gronda, oltre a quanto detto in a), se di metallo devono resistere alla corrosione, se di altro materiale devono rispondere alle prescrizioni per i prodotti per le coperture, se verniciate dovranno essere realizzate con prodotti per esterno rispondenti al comma a);
- c) i tubi di convogliamento dei pluviali e dei collettori devono rispondere, a seconda del materiale, a quanto indicato nell'articolo relativo allo scarico delle acque usate;
- d) per i punti di smaltimento valgono, per quanto applicabili, le prescrizioni sulle fognature impartite dalle pubbliche autorità. Dispositivi di coronamento e di chiusura per zone di circolazione utilizzate da pedoni e da veicoli vale la norma UNI EN 124.

Per la realizzazione dell'impianto si utilizzeranno i materiali, i componenti e le modalità indicate nei documenti progettuali esecutivi, e qualora non siano specificati in dettaglio nel pro-

getto od a suo completamento, si rispetteranno le prescrizioni seguenti. Vale inoltre, quale prescrizione ulteriore cui fare riferimento, la norma UNI 9184:

- i pluviali montati all'esterno devono essere installati in modo da lasciare libero uno spazio tra parete e tubo di 5 cm; i passaggi devono essere almeno uno in prossimità di ogni giunto ed essere di materiale compatibile con quello del tubo;
- i bocchettoni ed i sifoni devono essere sempre del diametro delle tubazioni che immediatamente li seguono. Quando l'impianto acque meteoriche è collegato all'impianto di scarico acque usate deve essere interposto un sifone. Tutte le caditoie a pavimento devono essere sifonate. Ogni inserimento su un collettore orizzontale deve avvenire ad almeno 1,5 m dal punto di innesto di un pluviale;
- per i pluviali ed i collettori installati in parti interne all'edificio (intercapedini di pareti, ecc.) devono essere prese tutte le precauzioni di installazione (fissaggi elastici, materiali coibenti acusticamente, ecc.) per limitare entro valori ammissibili i rumori trasmessi.

#### *Canali di gronda*

Il bordo esterno dei canali di gronda deve essere leggermente più alto di quello interno per consentire l'arresto dell'acqua piovana di raccolta proveniente dalle falde o dalla converse di convogliamento. La pendenza verso i tubi pluviali deve essere superiore all'1%. I canali di gronda devono essere fissati alla struttura del tetto con zanche sagomate o con tiranti, eventuali altri sistemi devono essere autorizzati dalla Direzione dei Lavori.

Per l'accettazione dei canali di gronda e relativi accessori di PVC non plastificato, all'esame visivo le superfici interne ed esterne devono presentarsi lisce, pulite e prive di rigature, cavità e altri difetti di superficie. Le estremità dei canali di gronda devono essere tagliate in modo netto e perpendicolare rispetto all'asse longitudinale del profilo.

I canali di gronda devono avere pendenza non inferiore a 0,25%.

#### *Dati dimensionali dei lamierini*

| Spessore (mm) | Peso (kg/dm <sup>3</sup> ) | Dimensioni     |                |
|---------------|----------------------------|----------------|----------------|
|               |                            | Larghezza (mm) | Lunghezza (mm) |
| 4/10          | 3,20                       | 1.000          | 2.000          |
| 6/10          | 4,80                       | 1.100          | 3.000          |
| 8/10          | 6,40                       | 1.300          | 3.000          |
| 10/10         | 8,00                       | 1.400          | 3.500          |
| 12/10         | 9,60                       | 1.500          | 4.000          |
| 14/10         | 11,20                      | 1.500          | 4.000          |
| 16/10         | 12,80                      | 1.500          | 4.000          |
| 18/10         | 14,40                      | 1.500          | 4.000          |
| 2             | 16,00                      | 1.500          | 5.000          |
| 2 ½           | 20,00                      | 1.600          | 6.000          |
| 3             | 24,00                      | 1.800          | 10.000         |

#### *Dati dimensionali delle lamiere zincate*

| Lastre piane 1x2 |           |
|------------------|-----------|
| Spessore (mm)    | Peso (kg) |
| 3/10             | 6,80      |
| 4/10             | 8,00      |
| 5/10             | 9,50      |
| 6/10             | 11,50     |

|       |       |
|-------|-------|
| 8/10  | 14,00 |
| 10/10 | 17,00 |
| 12/10 | 20,00 |
| 15/10 | 25,00 |
| 20/10 | 34,00 |

*Dati dimensionali dei canali di gronda lamiera zincate (peso in kg)*

| Spessore (mm) | Per bocca di sviluppo di cm |       |       |       |       |
|---------------|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|
|               | 15x25                       | 18x30 | 19x33 | 20x25 | 22x40 |
| 4/10          | 1,00                        | 1,20  | 1,30  | 1,40  | 1,60  |
| 5/10          | 1,20                        | 1,50  | 1,60  | 1,70  | 1,90  |
| 6/10          | 1,40                        | 1,70  | 1,90  | 2,00  | 2,20  |
| 8/10          | 1,70                        | 2,00  | 2,30  | 2,50  | 2,70  |
| 10/10         | 2,20                        | 2,50  | 2,85  | 3,10  | 3,40  |

### *Pluviali*

I pluviali possono essere sistemati all'interno o all'esterno della muratura perimetrale. Il fissaggio dei pluviali alle strutture deve essere realizzato con cravatte collocate sotto i giunti a bicchiere, inoltre per consentire eventuali dilatazioni non devono risultare troppo strette, a tal fine tra cravatta e tubo deve essere inserito del materiale elastico o della carta ondulata.

L'unione dei pluviali deve essere eseguita mediante giunti a bicchiere con l'ausilio di giunti di gomma.

L'imboccatura dei pluviali deve essere protetta da griglie metalliche per impedirne l'ostruzione (foglie, stracci, nidi, ecc.).

Il collegamento tra pluviali e canali di gronda deve avvenire mediante bocchettoni di sezione e forma adeguata che si innestano ai pluviali.

I pluviali esterni devono essere protetti per un'altezza inferiore a 2 m da terra con elementi in acciaio o ghisa resistenti agli urti.

I pluviali incassati devono essere alloggiati in un vano opportunamente impermeabilizzato, il vano deve essere facilmente ispezionabile per il controllo dei giunti o la sostituzione dei tubi; in tal caso il vano può essere chiuso con tavelline intonacate, facilmente sostituibili.

I pluviali devono avere un diametro non inferiore a 80 mm.

*Dati dimensionali dei tubi pluviali in lamiera zincata (peso in kg)*

| Spessore (mm) | Per diametro di mm |      |      |      |      |      |      |
|---------------|--------------------|------|------|------|------|------|------|
|               | 80                 | 85   | 90   | 95   | 100  | 110  | 120  |
| 3,5/10        | 1,00               | 1,10 | 1,15 | 1,20 | 1,25 | 1,35 | 1,45 |
| 4/10          | 1,15               | 1,20 | 1,30 | 1,35 | 1,40 | 1,50 | 1,60 |
| 5/10          | 1,30               | 1,40 | 1,50 | 1,60 | 1,70 | 1,80 | 1,90 |
| 6/10          | 1,65               | 1,75 | 1,85 | 2,00 | 2,10 | 2,25 | 2,40 |
| 8/10          | 2,00               | 2,15 | 2,30 | 2,45 | 2,50 | 2,60 | 2,80 |
| 10/10         | 2,40               | 2,55 | 2,80 | 2,90 | 3,00 | 3,15 | 3,40 |

*Diametro dei canali di gronda e dei pluviali in funzione della superficie del tetto*

| Superficie del tetto in proiezione orizzontale (m <sup>2</sup> ) | Diametro minimo del canale di gronda (mm) | Diametro interno minimo del canale del pluviale (mm) |
|--|---|--|
| fino a 8   | 80  | 40   |
| 9 a 25   | 100                                       | 50   |
| 26 a 75  | 100                                       | 75   |
| 76 a 170   | (125)                                     | (90)   |
| 171 a 335  | 150                                       | 100  |

|            |     |     |
|------------|-----|-----|
| 336 a 500  | 200 | 125 |
| 501 a 1000 | 250 | 150 |

Nota: il canale di gronda è considerato di forma semicircolare.

#### *Collettori di scarico*

Il diametro minimo dei collettori di scarico (interrati o sospesi al soffitto del piano cantinato) per il convogliamento delle acque piovane alla fognatura può essere desunto dalla seguente tabella, in funzione della superficie del tetto Tali valori sono stati ottenuti applicando la formula di Chèzy-Bazin, in base ad un coefficiente di scabrezza = 0,16, intensità di pioggia = 100 mm/h, coefficienti di assorbimento =1 e canali pieni a metà altezza:

#### *Diametro dei collettori di scarico per pluviali*

| Diametro minimo del collettore (mm) | Pendenza del collettore         |      |      |      |
|-------------------------------------|---------------------------------|------|------|------|
|                                     | 1%                              | 2%   | 3%   | 4%   |
|                                     | Superficie della copertura (mq) |      |      |      |
| 80                                  | 50                              | 75   | 90   | 110  |
| 100                                 | 100                             | 135  | 170  | 190  |
| 125                                 | 180                             | 250  | 310  | 350  |
| 150                                 | 300                             | 410  | 500  | 600  |
| 200                                 | 650                             | 900  | 1100 | 1280 |
| 250                                 | 1100                            | 1650 | 2000 | 2340 |
| 300                                 | 1900                            | 2700 | 3300 | 3820 |

#### *Pozzetto a chiusura idraulica*

I pluviali che si allacciano alla rete fognante devono essere dotati di pozzetti a chiusura idraulica o sifoni, entrambi ispezionabili secondo il progetto esecutivo e/o secondo le indicazioni della Direzione dei Lavori.

I pozzetti possono essere prefabbricati in conglomerato cementizio armato e vibrato oppure realizzati in opera.

#### *Controlli e aggiornamento del piano di manutenzione dell'opera*

Il Direttore dei Lavori per la realizzazione dell'impianto di scarico delle acque meteoriche opererà come segue:

- effettuerà le necessarie prove di tenuta;
- al termine dei lavori eseguirà una verifica finale dell'opera e si farà rilasciare dall'appaltatore una dichiarazione di conformità dell'opera alle prescrizioni del progetto, del presente disciplinare e di altre eventuali prescrizioni concordate;

Il Direttore dei Lavori raccoglierà inoltre 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 aggiornamento del piano di manutenzione dell'opera.

#### *Norme di riferimento*

- Canali di gronda e relativi accessori di PVC non plastificato

UNI EN 607 - Canali di gronda e relativi accessori di PVC non plastificato. Definizioni, requisiti e prove.

- Canali di gronda e pluviali di lamiera metallica

UNI EN 612 - Canali di gronda e pluviali di lamiera metallica. Definizioni, classificazioni e requisiti.

- Supporti per canali di gronda

UNI EN 1462 - Supporti per canali di gronda. Requisiti e prove.

- Criteri di progettazione, collaudo

UNI 9183 - Edilizia. Sistemi di scarico delle acque usate. Criteri di progettazione, collaudo e gestione;

UNI 9184 - Edilizia - Sistemi di scarico delle acque meteoriche. Criteri di progettazione, collaudo e gestione.

### *Pompe*

L'installazione delle elettropompe dovrà essere eseguita con notevole cura, per ottenerne il perfetto funzionamento idraulico, meccanico ed elettrico; in particolare si opererà in modo da:

- assicurare il perfetto livellamento orizzontale (o verticale) dell'asse delle pompe sul basamento di appoggio;

- consentire lo smontaggio ed il rimontaggio senza manomissioni delle tubazioni di attacco;

- prevenire qualsiasi trasmissione di rumori e vibrazioni agli ambienti, sia mediante interposizione di idoneo materiale smorzante, sia mediante adeguata scelta delle caratteristiche del motore elettrico, che dovrà essere comunque del tipo a quattro poli;

- inserire sulla tubazione di mandata valvole di ritegno del tipo ad ogiva silenziosa, od altro eventuale tipo avente uguali o migliori caratteristiche;

- garantire la piena osservanza delle norme CEI, sia per quanto riguarda la messa a terra, come per quanto concerne l'impianto elettrico.

Le pompe dovranno rispondere alle prescrizioni delle seguenti norme:

UNI ISO 2548 - Pompe centrifughe, semiassiali ed assiali. Codice di prove d'accettazione. Classe C;

UNI ISO 3555 - Pompe centrifughe, semiassiali ed assiali. Codice per le prove di accettazione. Classe B.

### Prove e verifiche

Le verifiche e le prove indicate ai punti che seguono, saranno eseguite in corso d'opera dal Direttore dei Lavori, che ne redigerà regolare verbale in contraddittorio con l'appaltatore.

Le verifiche e le prove dovranno essere eseguite quando le tubazioni sono ancora in vista e cioè prima che si proceda a verniciature, coibentazioni e rivestimenti, chiusura di tracce con malta od altro, cunicoli o cavedi impraticabili, rivestimenti murari, massetti, pavimentazioni, ecc.

### *Prova di tenuta idraulica delle reti di distribuzione*

La prova di tenuta idraulica (UNI 9182) deve essere eseguita prima del montaggio della rubinetteria, chiusura dei vani, cavedi, ecc., dopo aver chiuso le estremità delle condutture con tappi a vite o flange, in modo da costituire un circuito chiuso e dopo aver riempito d'acqua il circuito stesso, si sottoporrà a pressione, per almeno 4 ore, la rete o parte di essa a mezzo di una pompa idraulica munita di manometro inserita in un punto qualunque del circuito.

Tutte le tubazioni in prova complete delle valvole e dei rubinetti di intercettazione mantenuti in posizione aperta saranno provate ad una pressione pari ad una 1,5 volte la pressione massima di esercizio dell'impianto ma comunque non inferiore a 6 kg/cm<sup>2</sup>.

La pressione di prova sarà letta su manometro inserito a metà altezza delle colonne montanti. Per pressione massima di esercizio si intende la massima pressione per la quale è stato dimensionato l'impianto onde assicurare la erogazione al rubinetto più alto e più lontano con la contemporaneità prevista e con il battente residuo non inferiore a 5 m H<sub>2</sub>O.

La prova di tenuta sarà giudicata positiva se l'impianto, mantenuto al valore della pressione stabilita per 24 ore consecutive, non manifesterà perdite e quindi abbassamenti di pressione al di fuori delle tolleranze ammesse.

#### *Prova di portata rete acqua fredda*

La prova di portata rete acqua fredda intende accertare che l'impianto sia in grado di erogare la portata alla pressione stabilita quando sia funzionante un numero di erogazioni pari a quelle previste dai coefficienti di contemporaneità fissati nel presente disciplinare.

Si seguiranno le seguenti operazioni :

- apertura di un numero di utenze pari a quello stabilito dal coefficiente di contemporaneità, calcolato per il numero totale di apparecchi installati;
- le utenze funzionanti (il cui numero totale è fissato già dal comma precedente) saranno distribuite a partire dalle colonne più sfavorite (scelte in rapporto alla distanza ed al numero di apparecchi serviti), in maniera tale che ciascun tronco del collettore orizzontale alimenti il numero di apparecchi previsto dalla contemporaneità stabilita dalle prescrizioni contrattuali.

Nelle condizioni suddette si dovrà verificare che la portata alle utenze più sfavorite sia almeno quella prescritta nel capitolato speciale d'appalto, e che la portata totale (misurata se è possibile all'organo erogatore), non sia inferiore alla portata prevista, in rapporto alle utenze funzionanti.

La prova potrà essere ripetuta distribuendo le utenze in modo da verificare il corretto dimensionamento delle varie colonne montanti, sempre nelle condizioni di contemporaneità stabilite dal contratto.

#### *Prova idraulica a caldo*

La prova di portata rete acqua calda (UNI 9182) deve essere eseguita con le medesime modalità per la rete acqua fredda, nelle seguenti condizioni di funzionamento:

- messa in funzione dell'impianto di preparazione acqua centralizzato per un tempo non inferiore a 2 ore consecutive;
- temperatura iniziale maggiore di almeno 10 °C della temperatura di esercizio;

La prova sarà ritenuta positiva se non si sono verificate eccessive dilatazioni termiche delle tubazioni con conseguenti danneggiamenti alle strutture murarie (intonaci, rivestimenti, ecc.) e naturalmente perdite d'acqua.

#### *Prova di erogazione di acqua calda*

La prova di erogazione d'acqua calda (UNI 9182) deve essere eseguita con le medesime modalità nelle seguenti condizioni di funzionamento:

- durata minima 2 ore;
- apertura contemporanea di tutti i rubinetti o bocche di erogazione meno una;

La prova sarà ritenuta positiva se l'acqua calda viene erogata sempre alla stessa temperatura e portata, ammettendo una tolleranza del 10% rispetto alla portata prevista e non si sono verificate eccessive dilatazioni termiche delle tubazioni con conseguenti danneggiamenti alle strutture murarie (intonaci, rivestimenti, ecc.) e naturalmente perdite d'acqua. Per la temperatura, dopo l'erogazione di 1,5 litri, è ammessa una tolleranza di 1°C.

*Prova di circolazione e coibentazione delle rete di distribuzione di acqua calda ad erogazione nulla*

La prova ha lo scopo di verificare la funzionalità della rete di distribuzione dell'acqua calda e della coibentazione delle tubazioni.

La prova deve essere effettuata in periodo invernale o freddo, si riterrà soddisfacente quando la differenza di temperatura dell'acqua misurata tra il punto di partenza a quello di erogazione più lontano è inferiore o uguale a 2 °C.

#### Prova di efficienza della rete di ventilazione secondaria

La prova di efficienza della rete di ventilazione secondaria consiste nel controllo della tenuta dei sifoni degli apparecchi gravanti sulle colonne da provare, quando venga fatto scaricare contemporaneamente, un numero di apparecchi pari a quello stabilito dalla contemporaneità.

*Verifica del livello del rumore*

La verifica del livello del rumore (UNI 9182) deve essere effettuata collocando il microfono ad almeno un 1 metro dalle pareti e ad un'altezza di 1,20 m dal pavimento. La prova deve essere effettuata eseguendo almeno 3 prelievi, ruotando il microfono secondo archi di cerchio.

La prova si ritiene positiva se i valori sono compresi nella tabella riportata al punto 23.4 della norma UNI 9182.

## **Art. 75 ASCENSORE**

### **75.1 Norme sugli ascensori**

I requisiti essenziali di sicurezza e di salute relativi alla progettazione e alla costruzione degli ascensori e dei componenti di sicurezza sono disciplinati dal D.P.R. 30 aprile 1999, n. 162 recante il Regolamento recante norme per l'attuazione della direttiva 95/16/CE sugli ascensori e di semplificazione dei procedimenti per la concessione del nulla osta per ascensori e montacarichi, nonché della relativa licenza di esercizio.

### **75.2 Considerazioni generali e osservazioni preliminari**

#### 75.2.1 Considerazioni generali

Applicazione della direttiva 89/392/CEE, modificata dalle direttive 91/368/CEE, 93/44/CEE e

93/68/CEE.

Allorquando il rischio corrispondente sussiste, e non è trattato nell'allegato I del D.P.R. 162/1999, si applicano i requisiti essenziali di salute e di sicurezza di cui all'allegato I della direttiva 89/392/CEE. In ogni caso, si applica il requisito essenziale di cui al punto 1.1.2 dell'allegato I della direttiva 83/392/CEE.

#### 75.2.2 Osservazioni preliminari

Gli obblighi previsti dai requisiti essenziali di sicurezza e di salute si applicano soltanto se sussiste il rischio corrispondente per l'ascensore o per il componente di sicurezza in questione allorché viene utilizzato alle condizioni previste dall'installatore dell'ascensore o dal fabbricante del componente di sicurezza.

I requisiti essenziali di sicurezza e di salute elencati nella direttiva sono inderogabili. Tuttavia, tenuto conto dello stato della tecnica, gli obiettivi da essi prefissi possono non essere raggiunti. In questo caso e nella misura del possibile l'ascensore o il componente di sicurezza deve essere costruito per tendere verso tali obiettivi.

Il fabbricante del componente di sicurezza e l'installatore dell'ascensore hanno l'obbligo di effettuare un'analisi dei rischi per individuare tutti quelli che concernono il loro prodotto; devono, inoltre, costruirlo tenendo presente tale analisi.

### **75.3 Cabina**

La cabina deve essere costruita in modo da offrire lo spazio e la resistenza corrispondenti al numero massimo di persone e al carico nominale dell'ascensore fissati dall'installatore.

Se l'ascensore è destinato al trasporto di persone e le dimensioni lo permettono, la cabina deve essere costruita in modo da non ostacolare o impedire tramite le sue caratteristiche strutturali l'accesso e l'uso da parte dei disabili e in modo da permettere tutti gli adeguamenti appropriati destinati a facilitarne l'utilizzazione.

### **75.4 Elementi di sospensione e elementi di sostegno**

Gli elementi di sospensione e/o sostegno della cabina, compresi i collegamenti e gli attacchi terminali, devono essere studiati in modo da garantire un adeguato livello di sicurezza totale e ridurre al minimo il rischio di caduta della cabina, tenendo conto delle condizioni di utilizzazione, dei materiali impiegati e delle condizioni di fabbricazione.

Qualora per la sospensione della cabina si utilizzino funi o catene, devono esserci almeno due funi o catene indipendenti l'una dall'altra, ciascuna con un proprio sistema di attacco. Tali funi o catene non devono comportare né raccordi, né impiombature, eccetto quelli necessari al loro fissaggio o al loro allacciamento.

### **75.5 Controllo delle sollecitazioni (compresa la velocità eccessiva)**

Gli ascensori devono rendere senza effetto l'ordine di comando dei movimenti qualora il carico superi il valore nominale.

Gli ascensori devono essere dotati di un dispositivo limitatore di velocità eccessiva. Detti requisiti non si applicano agli ascensori che, per la progettazione del sistema di azionamento,



non possono raggiungere una velocità eccessiva.

Gli ascensori a velocità elevata devono essere dotati di un dispositivo di controllo e di regolazione della velocità.

Gli ascensori con puleggia di frizione devono essere progettati in modo che sia assicurata la stabilità delle funi di trazione sulla puleggia.

### **75.6 Motore**

Ciascun ascensore destinato al trasporto di persone deve avere un proprio macchinario. Questo requisito non concerne gli ascensori in cui i contrappesi siano sostituiti da una seconda cabina.

L'installatore dell'ascensore deve prevedere che il macchinario e i dispositivi associati di un ascensore non siano accessibili tranne che per la manutenzione e per i casi di emergenza.

### **75.7 Comandi**

I comandi degli ascensori destinati al trasporto dei disabili non accompagnati devono essere opportunamente progettati e disposti.

La funzione dei comandi deve essere chiaramente indicata.

I circuiti di azionamento di una batteria di ascensori possono essere destinati o interconnessi.

Il materiale elettrico deve essere installato e collegato in modo che:

- sia impossibile fare confusione con circuiti non appartenenti all'ascensore;
- l'alimentazione di energia possa essere commutata sotto carico;
- i movimenti dell'ascensore dipendano da meccanismi di sicurezza collocati in un circuito di comando a sicurezza intrinseca;
- un guasto all'impianto elettrico non provochi una situazione pericolosa.

### **75.8 Rischi per le persone al di fuori della cabina**

L'ascensore deve essere progettato e costruito in modo che l'accesso al volume percorso dalla cabina sia impedito, tranne che per la manutenzione e i casi di emergenza. Prima che una persona si trovi in tale volume, l'utilizzo normale dell'ascensore deve essere reso impossibile.

L'ascensore deve essere costruito in modo da impedire il rischio di schiacciamento quando la cabina venga a trovarsi in una posizione estrema, tale obiettivo si raggiunge mediante uno spazio libero o un volume di rifugio oltre le posizioni estreme.

Gli accessi di piano per l'entrata e l'uscita della cabina devono essere muniti di porte di piano aventi una resistenza meccanica sufficiente in funzione delle condizioni di uso previste.

Nel funzionamento normale, un dispositivo di interbloccaggio deve rendere impossibile:

- un movimento della cabina comandato deliberatamente o no se non sono chiuse e bloccate tutte le porte di piano;
- l'apertura di una porta di piano se la cabina non si è fermata ed è al di fuori della zona di piano prevista a tal fine.

Tuttavia, tutti i movimenti di ripristino del livello al piano con porte aperte sono ammessi nelle zone definite a condizione che la velocità di tale ripristino sia controllata.

## **75.9 Rischi per le persone nella cabina**

Le cabine degli ascensori devono essere completamente chiuse da pareti cieche, compresi pavimenti e soffitti, ad eccezione di aperture di ventilazione, e dotate di porte cieche. Le porte delle cabine devono essere progettate ed installate in modo che la cabina non possa effettuare alcun movimento, tranne quelli di ripristino del livello di cui al precedente punto (Rischi per le persone al di fuori della cabina), terzo comma, se le porte non sono chiuse, e si fermi in caso di apertura delle porte.

Le porte delle cabine devono rimanere chiuse e bloccate in caso di arresto tra due livelli se esiste un rischio di caduta tra la cabina e le difese del vano o in mancanza di difese del vano.

In caso di guasto dell'alimentazione di energia o dei componenti, l'ascensore deve essere dotato di dispositivi destinati ad impedire la caduta libera della cabina o movimenti ascendenti incontrollati di essa.

Il dispositivo che impedisce la caduta libera della cabina deve essere indipendente dagli elementi di sospensione della cabina.

Tale dispositivo deve essere in grado di arrestare la cabina con il suo carico nominale ed alla velocità massima prevista dall'installatore dell'ascensore. L'arresto dovuto all'azione di detto dispositivo non deve provocare una decelerazione pericolosa per gli occupanti, in tutte le condizioni di carico.

Devono essere installati ammortizzatori tra il fondo del vano di corsa ed il pavimento della cabina.

In questo caso lo spazio libero previsto al precedente punto deve essere misurato con gli ammortizzatori completamente compressi.

Detto requisito non si applica agli ascensori la cui cabina, per la progettazione del sistema di azionamento, non può invadere lo spazio libero previsto al paragrafo precedente.

Gli ascensori devono essere progettati e costruiti in modo da poter essere messi in movimento soltanto se il dispositivo è in posizione operativa.

## **75.10 Altri rischi**

Quando sono motorizzate, le porte di piano, le porte delle cabine, o l'insieme di esse, devono essere munite di un dispositivo che eviti i rischi di schiacciamento durante il loro movimento.

Quando debbono contribuire alla protezione dell'edificio contro l'incendio, le porte di piano, incluse quelle che comprendono parti vetrate, debbono presentare un'adeguata resistenza al fuoco, caratterizzata dalla loro integrità e dalle loro proprietà relative all'isolamento (non propagazione della fiamma) e alla trasmissione di calore (irraggiamento termico).

Gli eventuali contrappesi devono essere installati in modo da evitare qualsiasi rischio di collisione con la cabina o di caduta sulla stessa.

Gli ascensori devono essere dotati di mezzi che consentano di liberare e di evacuare le persone imprigionate nella cabina.

Le cabine devono essere munite di mezzi di comunicazione bidirezionali che consentano di ottenere un collegamento permanente con un servizio di pronto intervento.

Gli ascensori devono essere progettati e costruiti in modo che, se la temperatura nel locale del macchinario supera quella massima prevista dall'installatore dell'ascensore, essi possano terminare i movimenti in corso e non accettino nuovi ordini di manovra.

Le cabine devono essere progettate e costruite in modo da assicurare un'aerazione sufficiente ai passeggeri, anche in caso di arresto prolungato.

Nella cabina vi deve essere un'illuminazione sufficiente durante l'uso o quando una porta è aperta; inoltre deve esistere un'illuminazione di emergenza.

I mezzi di comunicazione e l'illuminazione di emergenza previsti dal presente punto, devono essere progettati e costruiti per poter funzionare anche in caso di mancanza di energia normale di alimentazione. Il loro tempo di funzionamento deve essere sufficiente per consentire il normale svolgimento delle operazioni di soccorso.

Il circuito di comando degli ascensori utilizzabili in caso di incendio deve essere progettato e costruito in modo che si possa evitarne l'arresto ad alcuni piani e consentire il controllo preferenziale dell'ascensore da parte delle squadre di soccorso.

#### **75.11 Marcatura**

Oltre alle indicazioni minime prescritte per qualsiasi macchina conformemente al punto 1.7.3 dell'allegato I della direttiva 89/392/CEE, ogni cabina deve essere dotata di una targa ben visibile nella quale siano chiaramente indicati il carico nominale di esercizio in chilogrammi ed il numero massimo di persone che possono prendervi posto, il numero di matricola.

Se l'ascensore è progettato in modo tale che le persone imprigionate nella cabina possano liberarsi senza ricorrere ad aiuto esterno, le istruzioni relative devono essere chiare e visibili nella cabina.

#### **75.12 Istruzioni per l'uso**

I componenti di sicurezza di cui all'allegato IV del citato D.P.R. 162/1999, devono essere corredati di un libretto d'istruzioni redatto in lingua italiana o in un'altra lingua comunitaria accettata dall'installatore di modo che il montaggio, i collegamenti, la regolazione e la manutenzione, possano essere effettuati correttamente e senza rischi.

Detta documentazione deve comprendere almeno:

- un libretto d'istruzioni contenente i disegni e gli schemi necessari all'utilizzazione normale, nonché alla manutenzione, all'ispezione, alla riparazione, alle verifiche periodiche ed alla manovra di soccorso di cui al comma 4 del punto Altri Rischi;
- un registro sul quale si possono annotare le riparazioni e, se del caso, le verifiche periodiche.

#### **75.13 Marcatura CE di conformità**

Il D.P.R. n. 162/1999 all'art. 7 ha introdotto la marcatura CE di conformità, costituita dalle iniziali «CE» secondo il modello grafico di cui all'allegato III dello stesso decreto

La marcatura CE deve essere apposta in ogni cabina di ascensore in modo chiaro e visibile conformemente al punto 5 dell'allegato I della direttiva 89/392/CEE, e deve, altresì, essere apposta su ciascun componente di sicurezza elencato nell'allegato IV sempre del D.P.R.

162/1999 o, se ciò non è possibile, su un'etichetta fissata al componente di sicurezza.

È vietato apporre sugli ascensori o sui componenti di sicurezza marcature che possano indurre in errore i terzi circa il significato ed il simbolo grafico della marcatura CE. Sugli ascensori o sui componenti di sicurezza può essere apposto ogni altro marchio purché questo non limiti la visibilità e la leggibilità della marcatura CE.

Quando sia accertata una apposizione irregolare di marcatura CE l'installatore dell'ascensore, il fabbricante del componente di sicurezza o il mandatario di quest'ultimo stabilito nel territorio dell'Unione europea, devono conformare il prodotto alle disposizioni sulla marcatura CE.

In caso di riduzione o di ingrandimento della marcatura CE, devono essere rispettate le proporzioni indicate nel simbolo di cui sopra.

I diversi elementi della marcatura CE devono avere sostanzialmente la stessa dimensione verticale, che non può essere inferiore a 5 mm. Per i componenti di sicurezza di piccole dimensioni si può derogare a detta dimensione minima.

#### **75.14 Componenti di sicurezza**

L'elenco dei componenti di sicurezza di cui all'art. 1, comma 1 e all'art. 8, comma 1 del D.P.R. n. 162/1999 è il seguente:

- 1) dispositivi di bloccaggio delle porte di piano;
- 2) dispositivi paracadute di cui al paragrafo 3.2 dell'allegato 1 che impediscono la caduta della cabina o movimenti ascendenti incontrollati;
- 3) dispositivi di limitazione di velocità eccessiva;
- 4) a) ammortizzatori ad accumulazione di energia:
  - a caratteristica non lineare,
  - con smorzamento del movimento di ritorno.
- b) ammortizzatori a dissipazione di energia.
- 5) dispositivi di sicurezza su martinetti dei circuiti idraulici di potenza quando sono utilizzati come dispositivi paracadute;
- 6) dispositivi elettrici di sicurezza con funzione di interruttori di sicurezza con componenti elettronici.

#### **75.15 Requisiti dimensionali e prestazionali degli ascensori per i soggetti portatori di handicap**

I requisiti dimensionali e prestazionali degli ascensori previsti dal D.M. n. 236/1989 per i soggetti portatori di handicap sono i seguenti:

- a) negli edifici di nuova edificazione, non residenziali, l'ascensore deve avere le seguenti caratteristiche:
  - cabina di dimensioni minime di 1,40 m di profondità e 1,10 m di larghezza;
  - porta con luce netta minima di 0,80 m, posta sul lato corto;
  - piattaforma minima di distribuzione anteriormente alla porta della cabina di 1,50 m × 1,50 m.
- b) negli edifici di nuova edificazione residenziali l'ascensore deve avere le seguenti caratteri-

stiche:

- cabina di dimensioni minime di 1,30 m di profondità e 0,95 m di larghezza;
- porta con luce netta minima di 0,80 m posta sul lato corto;
- piattaforma minima di distribuzione anteriormente alla porta della cabina di 1,50 × 1,50 m.

c) l'ascensore in caso di adeguamento di edifici preesistenti, ove non sia possibile l'installazione di cabine di dimensioni superiori, può avere le seguenti caratteristiche:

- cabina di dimensioni minime di 1,20 m di profondità e 0,80 m di larghezza;
- porta con luce netta minima di 0,75 m posta sul lato corto;
- piattaforma minima di distribuzione anteriormente alla porta della cabina di 1,40 × 1,40 m.

Le porte di cabina e di piano devono essere del tipo a scorrimento automatico. Nel caso di adeguamento la porta di piano può essere del tipo ad anta incernierata purché dotata di sistema per l'apertura automatica.

In tutti i casi le porte devono rimanere aperte per almeno 8 secondi e il tempo di chiusura non deve essere inferiore a 4 sec.

L'arresto ai piani deve avvenire con autolivellamento con tolleranza massima  $\pm 2$  cm.

Lo stazionamento della cabina ai piani di fermata deve avvenire con porte chiuse.

La botoniera di comando interna ed esterna deve avere i bottoni ad una altezza massima compresa tra 1,10 m e 1,40 m; per ascensori del tipo a), b) e c) la botoniera interna deve essere posta su una parete laterale ad almeno 35 cm dalla porta della cabina.

Nell'interno della cabina, oltre al campanello di allarme, deve essere posto un citofono ad altezza compresa tra 1,10 m e 1,30 m e una luce d'emergenza con autonomia minima di 3 ore

I pulsanti di comando devono prevedere la numerazione in rilievo e le scritte con traduzione in Braille: in adiacenza alla botoniera esterna deve essere posta una placca di riconoscimento di piano in caratteri Braille.

Si deve prevedere la segnalazione sonora dell'arrivo al piano e, ove possibile, l'installazione di un sedile ribaltabile con ritorno automatico.

### **75.16 Piattaforme elevatrici**

Le piattaforme elevatrici per superare dislivelli, di norma, non superiori a ml 4, con velocità non superiore a 0,1 m/s, devono rispettare, per quanto compatibili, le prescrizioni tecniche specificate per i servoscala.

Le piattaforme ed il relativo vano corsa devono avere opportuna protezione ed i due accessi muniti di cancelletto.

La protezione del vano corsa ed il cancelletto del livello inferiore devono avere altezza tale da non consentire il raggiungimento dello spazio sottostante la piattaforma, in nessuna posizione della stessa.

La portata utile minima deve essere di 130 kg.

Il vano corsa deve avere dimensioni minime pari a 0,80 m × 1,20 m.

Se le piattaforme sono installate all'esterno, gli impianti devono risultare protetti dagli agenti atmosferici.

I requisiti costruttivi dei montascale, per molto tempo privi di regolamentazione, sono contenuti nella nuova norma UNI 9801.

I componenti di sicurezza dei montacarichi, soggetti a dichiarazione di conformità da parte del costruttore ai sensi del D.P.R. n. 459/1996, sono:

- i dispositivi di blocco delle porte o portelli di piano;
- dispositivo contro eccesso di velocità;
- valvola di blocco (o la valvola di riduzione differenziale);
- i circuiti di sicurezza con componenti elettronici;
- paracadute;
- gli ammortizzatori, esclusi quelli a molla senza ritorno ammortizzato.

#### **75.17 Regole di prevenzione incendi per i vani degli impianti di sollevamento ubicati nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi**

I vani degli impianti di sollevamento devono essere conformi al D.M.15 settembre 2005.

#### **75.18 Disposizioni generali**

Le pareti del vano di corsa, le pareti del locale del macchinario, se esiste, e le pareti del locale delle pulegge di rinvio, se esiste, ivi compresi porte e portelli di accesso, nel caso in cui non debbano partecipare alla compartimentazione dell'edificio, devono comunque essere costituiti da materiale non combustibile.

Le pareti del locale del macchinario, se esiste, e le pareti del locale delle pulegge di rinvio, se esiste, ivi comprese le loro porte e botole di accesso, se posti in alto ed esigenze di compartimentazione lo richiedano, devono avere caratteristiche di resistenza al fuoco uguali o superiori a quelle richieste per le pareti del vano di corsa con il quale comunicano.

I setti di separazione, tra vano di corsa e locale del macchinario, se esiste, o locale delle pulegge di rinvio, se esiste, devono essere realizzati con materiale non combustibile; i fori di comunicazione, attraverso detti setti per passaggio di funi, cavi o tubazioni, devono avere le dimensioni minime indispensabili.

All'interno del vano di corsa, del locale del macchinario, se esiste, del locale delle pulegge di rinvio, se esiste, e delle aree di lavoro, destinate agli impianti di sollevamento, non devono esserci tubazioni o installazioni diverse da quelle necessarie al funzionamento o alla sicurezza dell'impianto come prescritto dalla direttiva 95/16/CE.

L'intelaiatura di sostegno della cabina deve essere realizzata con materiale non combustibile. Le pareti, il pavimento ed il tetto devono essere costituiti da materiali di classe di reazione al fuoco non superiore a 1. Per gli ascensori antincendio e per quelli di soccorso, anche le pareti, il pavimento ed il soffitto della cabina devono essere realizzati con materiale non combustibile.

Le aree di sbarco protette, realizzate negli edifici quando necessario davanti agli accessi di piano degli impianti di sollevamento, nonché nell'eventuale piano predeterminato d'uscita, di

cui al punto *Misure di protezione attiva*, devono essere tali che si possa ragionevolmente escludere ogni possibilità d'incendio in esse

#### 75.18.1 Vano di corsa

In relazione alle pareti del vano di corsa si distinguono tre tipi di impianti di sollevamento:

- in vano aperto;
- in vano protetto;
- in vano a prova di fumo.

##### *Vano aperto*

Si considera vano aperto un vano di corsa che non deve costituire compartimento antincendio; in tal caso è sufficiente che le pareti del vano di corsa e le porte di piano, le eventuali altre porte o portelli di soccorso ed ispezione siano realizzati con materiali non combustibili.

##### *Vano protetto*

Si considera vano protetto un vano di corsa per il quale sono soddisfatti i seguenti requisiti:

- le pareti del vano di corsa, comprese le porte di piano, le porte di soccorso e porte e portelli d'ispezione, le pareti del locale del macchinario, se esiste, le pareti del locale delle pulegge di rinvio, se esiste, nonché gli spazi del macchinario e le aree di lavoro, se disposti fuori del vano di corsa, devono avere le stesse caratteristiche di resistenza al fuoco del compartimento; gli eventuali fori di passaggio di funi, cavi e tubi relativi all'impianto, che debbono attraversare gli elementi di separazione resistenti al fuoco, devono avere le dimensioni minime indispensabili in relazione a quanto stabilito al punto Disposizioni Generali;
- tutte le porte di piano, d'ispezione e di soccorso devono essere a chiusura automatica ed avere le stesse caratteristiche di resistenza al fuoco del compartimento.

##### *Vano a prova di fumo*

Si considera vano a prova di fumo un vano di corsa per il quale sono soddisfatti i seguenti requisiti:

- le pareti del vano di corsa devono essere separate dal resto dell'edificio a tutti i piani e su tutte le aperture, ivi comprese le porte di piano, di soccorso e di ispezione sul vano di corsa, mediante filtro a prova di fumo. E' consentito che il filtro a prova di fumo sia unico per l'accesso sia alle scale che all'impianto di sollevamento, fatta eccezione per gli impianti di cui ai successivi punti Vani di corsa per ascensore antincendio e Vani di corsa per ascensore di soccorso;
- le pareti del vano di corsa, comprese le porte di piano, le porte di soccorso e porte e portelli d'ispezione, le pareti del locale del macchinario, se esiste, le pareti del locale delle pulegge di rinvio, se esiste, nonché gli spazi del macchinario e le aree di lavoro, se disposti fuori del vano di corsa, devono avere le stesse caratteristiche di resistenza al fuoco del compartimento; gli eventuali fori di passaggio di funi, cavi e tubi relativi all'impianto, che debbono attraversare gli elementi di separazione resistenti al fuoco, devono avere le dimensioni minime indispensabili in relazione a quanto stabilito al punto Disposizioni generali;

- le porte di piano, di ispezione e di soccorso, possono dare accesso direttamente ad aree di sbarco che siano aperte per almeno un lato verso uno spazio scoperto, ovvero verso filtri a prova di fumo.

#### *Accessi al locale del macchinario, agli spazi del macchinario e/o alle aree di lavoro*

Per i vani di cui ai punti Vano a prova di fumo e Vani di corsa per ascensore antincendio, gli accessi al locale del macchinario, se esiste, gli accessi al locale delle pulegge di rinvio, se esiste, nonché agli spazi del macchinario e alle aree di lavoro devono avvenire attraverso spazi scoperti o protetti con filtri a prova di fumo.

Per i vani di cui al punto Vani di corsa per ascensore di soccorso, gli accessi al locale del macchinario e gli accessi al locale delle pulegge di rinvio, se esiste, devono avvenire attraverso spazi scoperti o protetti con filtri a prova di fumo con esclusione di quelli in sovrapposizione.

Nei vani di cui ai punti Vano protetto, Vano a prova di fumo e Vani di corsa per ascensore antincendio in cui sono installati impianti di sollevamento ad azionamento idraulico, i serbatoi che contengono l'olio devono essere chiusi e costruiti in acciaio; le tubazioni per l'olio, se installate fuori del vano di corsa, devono essere di acciaio; in alternativa, i serbatoi e le tubazioni devono essere protetti dall'incendio e dotati di chiusure capaci di trattenere l'olio.

Le aree di lavoro, poste fuori del vano di corsa, devono essere facilmente e chiaramente individuate e devono essere ubicate in ambienti aventi caratteristiche conformi con quelle stabilite al punto Vano di corsa per il vano di corsa.

#### *Aerazione del vano di corsa, dei locali del macchinario, delle pulegge di rinvio e/o degli ambienti contenenti il macchinario*

Le aerazioni del vano di corsa, del locale del macchinario, se esiste, del locale delle pulegge di rinvio, se esiste, e/o degli spazi del macchinario devono essere fra loro separate e aperte direttamente, o con canalizzazioni anche ad andamento suborizzontale, verso spazi scoperti a condizione che sia garantito il tiraggio. Le canalizzazioni devono essere realizzate con materiale non combustibile.

L'aerazione del vano di corsa, degli spazi del macchinario o dei locali del macchinario e/o delle pulegge di rinvio, se esistono, deve essere permanente e realizzata mediante aperture, verso spazi scoperti, non inferiori al 3% della superficie in pianta del vano di corsa e dei locali, con un minimo di:

0,20 m<sup>2</sup> per il vano di corsa;

0,05 m<sup>2</sup> per il locale del macchinario, se esiste, e per il locale delle pulegge di rinvio, se esiste.

Dette aperture devono essere realizzate nella parte alta delle pareti del vano e/o dei locali da aerare e devono, inoltre, essere protette contro gli agenti atmosferici e contro l'introduzione di corpi estranei (animali vari, volatili ecc.); tali protezioni non devono consentire il passaggio di una sfera di diametro maggiore di 15 mm. Quando il vano di corsa è aperto su spazi scoperti, per esso non è richiesta aerazione.



La canalizzazione di aerazione del vano può attraversare il locale del macchinario, se esiste, o delle pulegge di rinvio; allo stesso modo la canalizzazione di aerazione degli ambienti contenenti il macchinario o del locale del macchinario, se esiste, può attraversare il vano di corsa ed il locale delle pulegge di rinvio o altri locali interni dell'edificio, purché garantisca la prevista compartimentazione.

#### *Misure di protezione attiva*

Se in vano protetto o in vano a prova di fumo, gli impianti di sollevamento, quando le esigenze di compartimentazione dell'edificio lo richiedono, prima che la temperatura raggiunga un valore tale da comprometterne il funzionamento, previo comando proveniente dal sistema di rilevazione di incendio dell'edificio, devono inviare la cabina al piano predeterminato di uscita e permettere a qualunque passeggero di uscire.

In prossimità dell'accesso agli spazi e/o al locale del macchinario deve essere disposto un estintore di classe 21A89BC, idoneo per l'uso in presenza d'impianti elettrici.

Nel locale del macchinario, se esiste, possono essere adottati impianti di spegnimento automatici a condizione che siano del tipo previsto per incendi di natura elettrica, convenientemente protetti contro gli urti accidentali e siano tarati a una temperatura nominale d'intervento tale che intervengano dopo che l'ascensore si sia fermato a seguito della manovra prevista al precedente paragrafo.

#### *Vani di corsa per ascensore antincendio*

Il vano di corsa, per un ascensore antincendio, deve rispondere alle caratteristiche indicate al Vano a prova di fumo ed alle seguenti ulteriori misure:

- tutti i piani dell'edificio devono essere serviti dall'ascensore antincendio;

l'uscita dall'ascensore deve immettere in luogo sicuro, posto all'esterno dell'edificio, in corrispondenza del piano predeterminato di uscita, direttamente o tramite percorso orizzontale protetto di lunghezza non superiore a 15 m, ovvero di lunghezza stabilita dalle disposizioni tecniche di settore;

- le pareti del vano di corsa, il locale del macchinario, se esiste, gli spazi del macchinario e le aree di lavoro di un ascensore antincendio, devono essere distinti da quelli degli altri eventuali ascensori e devono appartenere a compartimenti distinti da quelli degli altri eventuali ascensori;

- gli elementi delle strutture del vano di corsa, del locale del macchinario, se esiste, o degli spazi del macchinario e delle aree di lavoro, se disposti fuori del vano di corsa, devono avere una resistenza al fuoco corrispondente a quella del compartimento e comunque non inferiore a REI 60;

- l'accesso al locale macchinario, se esiste, agli spazi del macchinario o alle aree di lavoro deve avvenire da spazio scoperto, esterno all'edificio, o attraverso un percorso, protetto da filtro a prova di fumo di resistenza al fuoco corrispondente a quella del compartimento e comunque non inferiore a REI 60;

- ad ogni piano, all'uscita dall'ascensore, deve essere realizzata un'area dedicata di almeno 5 m<sup>2</sup> aperta, esterna all'edificio, oppure, protetta da filtro a prova di fumo di resistenza al fuoco corrispondente a quella del compartimento e comunque non inferiore a REI 60;
- la botola installata sul tetto della cabina, per il salvataggio o per l'auto salvataggio di persone intrappolate, deve essere prevista con dimensioni minime m 0,50 x m 0,70 di facile accesso sia dall'interno, con la chiave di sblocco, sia dall'esterno della cabina. Le dimensioni interne della cabina devono essere di almeno m (1,10 x 2,10) con accesso sul lato piu' corto;
- le porte di piano devono avere resistenza al fuoco non inferiore a quella richiesta per il vano di corsa e, comunque, non inferiore a REI 60;
- la linea di alimentazione di un ascensore antincendio deve essere distinta da quella di ogni altro ascensore presente nell'edificio e deve avere una doppia alimentazione primaria e secondaria di sicurezza;
- i montanti dell'alimentazione elettrica del macchinario devono essere separati dall'alimentazione primaria ed avere una protezione non inferiore a quella richiesta per il vano di corsa e, comunque, non inferiore a REI 60;
- in caso di incendio il passaggio da alimentazione primaria ad alimentazione secondaria di sicurezza deve essere automatico;
- i locali del macchinario e delle pulegge di rinvio, se esistono, ed il tetto di cabina devono essere provvisti di illuminazione di emergenza, con intensita' luminosa di almeno 5 lux, ad 1 m di altezza sul piano di calpestio, e dotata di sorgente autonoma incorporata, con autonomia di almeno 1 ora e comunque non inferiore al tempo di resistenza richiesto per l'edificio;
- in caso di incendio la manovra di questi ascensori deve essere riservata ai Vigili del fuoco ed eventualmente agli addetti al servizio antincendio opportunamente addestrati;
- un sistema di comunicazione bidirezionale deve collegare in maniera permanente la cabina all'ambiente contenente il macchinario o al locale del macchinario, se esiste, ed alle aree di sbarco;
- nel progetto dell'edificio devono essere adottate misure idonee a limitare il flusso d'acqua nel vano di corsa, durante le operazioni di spegnimento di un incendio; il materiale elettrico all'interno del vano di corsa, nella zona che puo' essere colpita dall'acqua usata per lo spegnimento dell'incendio, e l'illuminazione del vano devono avere protezione IPX3;
- gli ambienti e le aree di sbarco protette devono essere tali da consentire il funzionamento corretto della manovra degli ascensori antincendio per tutto il tempo prescritto per la resistenza al fuoco dell'edificio;
- gli ascensori antincendio non vanno computati nella valutazione delle vie di esodo.

#### *Vano di corsa per ascensore di soccorso*

Quando in un edificio, in relazione alle specifiche disposizioni di prevenzione incendi, deve essere installato un ascensore di soccorso, utilizzabile in caso di incendio, installato esclusivamente per trasporto delle attrezzature del servizio antincendio ed, eventualmente, per l'eva-

cuazione di emergenza delle persone, devono essere adottate, oltre alle misure di cui al punto precedente, anche le seguenti:

- il numero degli ascensori di soccorso deve essere definito in modo da servire con essi l'intera superficie orizzontale di ciascun piano dell'edificio;
- il locale del macchinario deve essere installato nella sommità dell'edificio con accesso diretto dal piano di copertura del medesimo;
- non è ammesso un azionamento di tipo idraulico;
- i condotti di aerazione del locale del macchinario devono essere separati da quelli del vano di corsa. In caso di condotto di aerazione del vano di corsa, che attraversasse il locale del macchinario o che fosse contiguo, il condotto di aerazione deve essere segregato e protetto con materiali aventi resistenza al fuoco almeno REI 120;
- le dimensioni interne minime della cabina e dell'accesso devono essere stabilite in base alle esigenze dei vigili del fuoco ed in ogni caso non devono essere inferiori ai seguenti valori:

|   |        |
|---|--------|
| larghezza                                 | 1,10 m |
| profondità                                | 2,10 m |
| altezza interna di cabina                 | 2,15 m |
| larghezza accesso (posto sul lato minore) | 1,00 m |

- le porte di piano e di cabina devono essere ad azionamento manuale, la porta di cabina deve essere ad una o più ante scorrevoli orizzontali. Al fine di assicurare la disponibilità dell'impianto, anche in caso di uso improprio, deve essere installato un dispositivo che, quando il tempo di sosta della cabina ad un piano diverso di quello di accesso dei vigili del fuoco supera i due minuti, riporti automaticamente la cabina al piano anzidetto. Un allarme luminoso ed acustico, a suono intenso non inferiore ai 60 dB(A), deve segnalare il fallimento di questa manovra al personale dell'edificio; tale allarme non deve essere operativo quando l'ascensore è sotto il controllo dei vigili del fuoco;
- un interruttore a chiave, posto a ogni piano servito, deve consentire ai vigili del fuoco di chiamare direttamente l'ascensore di soccorso;
- per l'auto salvataggio, dall'interno della cabina, deve essere presente una scala che consenta di raggiungere in sicurezza il tetto della cabina stessa attraverso la relativa botola; per consentire il diretto e facile accesso alla botola, all'interno della cabina non sono ammessi controsoffitti.

#### *Norme di esercizio*

L'uso degli ascensori in caso d'incendio è vietato. Presso ogni porta di piano di ogni ascensore deve essere affisso un cartello con l'iscrizione «Non usare l'ascensore in caso d'incendio». In edifici di civile abitazione è sufficiente prevedere l'affissione del cartello solo presso la porta del piano principale servito e di tutti gli altri piani da cui si può accedere dall'esterno.

In caso d'incendio è consentito unicamente l'uso di ascensori antincendio e di soccorso in relazione a quanto stabilito dalle specifiche regole tecniche di settore. Inoltre, è proibito accendere fiamme libere in cabina, nel vano di corsa, nei locali del macchinario e delle pulegge di

rinvio e nelle aree di lavoro, nonché depositare in tali ambienti materiale estraneo al funzionamento dell'ascensore.

I suddetti divieti, limitazioni e condizioni di esercizio devono essere segnalati con apposita segnaletica conforme al decreto legislativo n. 493/1996.

### **Art. 76 Griglia e Sgrigliatore**

La griglia ha la funzione di impedire l'ingresso in condotta di corpi estranei di dimensione superiore alla luce libera fra le barre. Le condizioni ottimali di operabilità sono garantite dallo sgrigliatore che interviene qualora la differenza di pressione fra monte e valle superi un valore predeterminato, e tramite un ciclo di pulizia automatico elimina il materiale causa di ostruzione. Il materiale scaricato dallo sgrigliatore viene recapitato in un vascone posto al di sopra dell'edificio di presa.

La griglia dovrà essere dimensionata assumendo le condizioni di carico che si verificano con griglia intasata al 50% e carico idrostatico pari al livello massimo di piena.

#### *Griglia*

La struttura della griglia sarà costituita da un piatto in lamiera superiore ed uno inferiore più alcuni intermedi su cui verranno saldate le barre a sezione rettangolare che saranno installate verticalmente. La struttura sarà rinforzata con opportuna barra di rinforzo orizzontale che divide la luce verticale in due parti. Il rinforzo sarà costituito da un profilato a T saldato sul lato posteriore delle barre (come indicato sui disegni di capitolato). La griglia sarà fabbricata in più parti. Il montaggio in sito avverrà imbullonando la struttura della griglia a due profilati vincolati alla struttura in c.a. dell'opera di presa.

#### *Sgrigliatore*

Lo sgrigliatore sarà di tipo a pettine azionato a catena adatto alla pulizia di griglie di elevate dimensioni dove il trasporto solido va dal fogliame e materiale minuto ad arbusti o rifiuti di notevoli dimensioni. L'azionamento della macchina sarà di tipo elettromeccanico mediante gruppo motoriduttore e relativi alberi di trazione e tensione.

Le ruote di comando, montate sull'albero di trazione, e quelle di rinvio sommerse, dovranno essere realizzate in acciaio speciale opportunamente trattato. I pettini dovranno essere montati sulle catene laterali di trascinamento del tipo a rulli realizzate in acciaio zincato o inossidabile, adatte per servizio continuo in condizioni gravose.

Il gruppo di pulizia dei pettini sarà costituito da una spazzola rotante di adeguate dimensioni e relativo raschiatore.

La macchina dovrà essere provvista di apposita cofanatura per la protezione degli organi di comando.

Le catene laterali scorreranno in sede propria su elemento di guida sagomato in materiale antifrizione. Lo sgrigliatore rotante sarà dotato di circuito di ingrassaggio per la lubrificazione delle parti sommerse. La semplicità costruttiva della macchina, unitamente al dimensiona-

mento e alla qualità dei materiali impiegati, dovrà garantire una notevole affidabilità anche in condizioni di lavoro saltuario e senza manutenzione.

#### *Comandi, Controlli, Segnalazioni*

Lo sgrigliatore sarà dotato di comandi locali manuale ed automatico.

Il quadro elettrico di comando sarà in esecuzione protetta IP55, realizzato secondo la normativa vigente, con l'utilizzo di componenti di elevata affidabilità, dotato di dispositivi di controllo e sicurezza.

Lo sgrigliatore sarà predisposto per il funzionamento automatico mediante un programmatore lavoro/pausa temporizzato, integrato da un dispositivo con controllo differenziale dei livelli tra monte e valle dello sgrigliatore.

Lo sgrigliatore sarà previsto anche per permettere il funzionamento in manuale mediante pulsantiera in bassa tensione.

### **Art. 77 Impianto elettrico.**

Le caratteristiche, le modalità costruttive ed i requisiti dell'impianto elettrico relativo alle opere in progetto sono riportate nei fascicoli allegati al progetto e denominati "Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici dell'impianto elettrico" e "Relazione tecnica dell'impianto elettrico" che si intendono qui richiamati e facenti parte del presente articolo del disciplinare. E' compreso nell'offerta a corpo ogni e qualsiasi onere per l'assistenza muraria necessaria alla realizzazione dell'impianto elettrico.

#### **77.1 Strumenti di misura**

Gli apparecchi elettrici e meccanici che potranno essere installati nella diga e nelle sue adiacenze per i relativi controlli verranno forniti in magazzino di cantiere dall'Amministrazione.

L'Impresa dovrà provvedere alla loro posa in opera secondo le modalità e le prescrizioni delle case costruttrici e della D.L., con tutta la cura e l'esattezza necessaria. Nessun particolare compenso è dovuto all'impresa per tutto ciò; né per la mano d'opera e per nolo di mezzi di cantiere, né per eventuali rallentamenti che potessero derivare al normale progredire dei getti.

### **Art. 78 Centrali idroelettriche – opere elettromeccaniche**

#### **78.1 Paratoie motorizzate**

Le paratoie hanno la funzione principale di regolare la portata entrante nel canale di adduzione. Inoltre, in caso di emergenza, devono poter chiudere sotto flusso.

Le paratoie dovranno essere azionate mediante servoazionamento elettrico e relative aste di comando.

Il servoazionamento dovrà essere in grado di mantenere la paratoia in una qualunque posizione senza necessità di nessun dispositivo di fermo meccanico.

Le paratoie dovranno essere calcolate in base alla Norma DIN 19704, assumendo come carico

di dimensionamento quello di progetto indicato. Inoltre, le indicazioni del presente Disciplinare prevarranno su detta Norma.

Le paratoie dovranno essere progettate per essere aperte e chiuse sotto flusso. Il calcolo delle forze agenti sul dispositivo di sollevamento sarà effettuato considerando i coefficienti di attrito stabiliti dalla Norma sopraccitata.

#### 78.1.1 Caratteristiche Costruttive

##### *Diaframma*

Il diaframma sarà costituito essenzialmente da un telaio di elementi strutturali in acciaio saldato in grado di sostenere lo scudo installato a monte.

Il diaframma sarà completamente assemblato nell'officina del fabbricante; nessuna saldatura sul diaframma della paratoia sarà ammessa in cantiere.

Nei calcoli dello scudo e della struttura si terrà conto di un sovrasspessore di 2 mm per corrosione; la lamiera costituente lo scudo avrà ad ogni modo uno spessore non inferiore a 8 mm.

La parte inferiore del diaframma sarà sagomata in modo tale da evitare turbolenze e pulsazioni di pressione durante il funzionamento.

Il collegamento tra il diaframma e le viti di manovra sarà adeguatamente rinforzato ed in grado di resistere agli sforzi trasmessi dall'attuatore in corrispondenza della coppia massima di azionamento.

Saranno previsti due golfari di sollevamento per montaggio e manutenzione posti sulla parte superiore della paratoia.

##### *Tenute e Pattini di Guida*

Le paratoie saranno dotate di tenute su tre lati. Le tenute saranno poste sul lato di valle del diaframma e saranno realizzate mediante battute di ottone su acciaio inox oppure mediante regolo di neoprene a sezione rettangolare sulla soglia di fondo e mediante profili di neoprene a nota musicale sulle guide laterali e superiore.

Se si realizzeranno le tenute in ottone, la battuta continua in ottone sarà imbullonata con bulloneria resistente alla corrosione direttamente sul diaframma. La superficie di contatto della battuta di ottone sarà libera da ogni rugosità ed asprezza per garantire una buona tenuta.

Nel caso in cui si scegliesse di adottare tenute in gomma, le tenute di gomma saranno fissate alla struttura della paratoia per mezzo di lamiere di acciaio inox premi guarnizione e di bulloni resistenti alla corrosione. Le guarnizioni di gomma, rispettivamente per la soglia e per gli altri lati, saranno fornite in un pezzo unico prefabbricato in officina e vulcanizzati tra di loro in cantiere se necessario.

Le paratoie saranno dotate di pattini di guida laterale in ottone imbullonati al diaframma delle paratoie.

##### *Rivestimenti Metallici dei Gargami, Travi di Soglia e Superfici di Tenuta*

I rivestimenti metallici dei gargami e le soglie annegate nella struttura civile dovranno prevedere piatti di ancoraggio e di collegamento con le piastre di ancoraggio di prima fase.

I rivestimenti metallici dei gargami e le travi di soglia saranno completamente in acciaio inox ed avranno uno spessore minimo di 5 mm.

Le superfici in contatto con le tenute saranno ricavate mediante piatto di riporto in acciaio inox saldato direttamente sul gargame; la loro finitura sarà particolarmente curata in maniera da risultare libera da ogni asprezza e difetto superficiale, garantendo così una buona tenuta.

Analogamente le superfici in contatto con i pattini di guida laterali montati sui diaframmi saranno ricavate direttamente sul gargame; la loro finitura sarà particolarmente curata in maniera da risultare libera da ogni asprezza e difetto superficiale, garantendo una riduzione degli attriti e dell'usura dei pattini.

#### 78.1.2 Azionamenti

Le paratoie saranno operate da un servoazionamento elettrico attraverso l'accoppiamento vite senza fine coppia elicoidale. Le caratteristiche principali del sistema di azionamento sono le seguenti:

- n.° 1 motore elettrico trifase a gabbia di scoiattolo, isolamento in classe "F", completo di protezione termostatica incorporata realizzata a mezzo di n. 3 pastiglie bimetalliche in serie fra loro con i terminali riportati a morsettiera
- servizio: S2 - 30 min.
- alimentazione 380 V - 3 fasi - 50 Hz
- comando manuale di emergenza a volantino con leva di innesto e dispositivo automatico di disinnesto con possibilità di operazione d'emergenza tramite un attuatore portatile. Per permettere l'accoppiamento all'attuatore portatile il volantino deve essere dotato di un perno centrale allungato con parte terminale a sezione quadrata avente gli spigoli arrotondati in modo da permettere un accoppiamento facilitato con tramite innesto.
- unità teleinvertitrice incorporata
- n.° 2 interruttori di fine corsa (1 in apertura e 1 in chiusura) per i circuiti di comando e telesegnalazione dell'attuatore
- n.° 2 limitatori di coppia (1 in apertura e 1 in chiusura) con contatti in commutazione per i circuiti di comando e telesegnalazione
- selettore di comando Apre / Chiude / Stop
- selettore lucchettabile per la predisposizione al comando Locale / Escluso / Remoto
- telesegnalazione dello stato del selettore di posizione locale / remoto a mezzo di contatti liberi da tensione portati a morsettiera
- resistenza anticondensa da alimentare esternamente a 24 V cc
- viti di manovra e sollevamento (n° 2 per ciascuna paratoia per paratoie di larghezza superiore o uguale a 2.0 m, n° 1 per paratoie di larghezza inferiore a 2.0 m) complete di opportuni rinvii e riduzioni per il comando a mezzo di un unico attuatore (come indicato sui disegni di capitolato) filettate con passo opportuno per garantire una buona possibilità di rego-

lazione. Per le paratoie a doppia vite attuatore e riduttore a ingranaggi conici saranno montati sull'asta della paratoia con filettatura sinistra, mentre sarà previsto un riduttore di rimando ad ingranaggi conici, collegato all'attuatore mediante asta di rinvio, per la seconda asta della paratoia con filettatura destra. Le viti devono essere calcolate per resistere al carico di punta dovuto ad una possibile ostruzione della luce durante la manovra di chiusura. Le viti saranno in acciaio inossidabile

- tubo copristelo con indicazione meccanica di posizione
- protezione a tenuta stagna IP 67 in accordo alle DIN 40050 / IEC 529
- riduttore e sistema di accoppiamento all'asta di comando della paratoia
- piedistallo di supporto
- Trasmettitore elettronico di posizione 4 - 20 mA da alimentare esternamente con tensione di 24 V cc

Il servomotore dovrà essere garantito per funzionamento con condizioni ambientali da -25°C a +50°C.

#### 78.1.3 Accessori

La fornitura deve includere n° 1 attuatore portatile con motore a scoppio per la manovra d'emergenza delle paratoie. Questo dispositivo sarà utilizzato solo nel caso in cui non vi sia disponibilità di energia elettrica né dalla rete né dal generatore diesel d'emergenza oppure nel caso in cui il motore del servozionamento della paratoia sia danneggiato e quindi si debba ricorrere alla manovra manuale. L'attuatore portatile deve avere caratteristiche tali da permettere l'utilizzo al personale di servizio (una persona sola) in completa sicurezza nel rispetto delle leggi e normative vigenti. Deve essere costituito da un serbatoio in lamiera dotato di ruote su cui è montata una motopompa oleodinamica con motore a scoppio, valvola di sicurezza, tubazioni flessibili di lunghezza opportuna per poter alimentare le paratoie, minimo 20 m, sistema per avvolgere le tubazioni. e un dispositivo di manovra con motore oleodinamico orbitale dotato di bussola per l'accoppiamento all'attuatore e manopola per la regolazione della pressione. Deve essere dotato di un dispositivo che ne permetta il trasporto e il sostegno durante l'operazione (tracolla o altro). L'accoppiamento con il volantino deve essere facilitato e sicuro, di tipo femmina a forma quadrata con angoli arrotondati per facilitare l'innesto. La velocità di rotazione deve essere tale da garantire la manovra della paratoia in tempi ragionevoli; non deve comunque superare i 300 giri/min.. La potenza erogata dal motore deve essere sufficiente per manovrare la paratoia di dimensioni massime presente nel barraggio considerata nelle condizioni più gravose di progetto. Il sistema di avviamento del motore portatile deve essere semplice e sicuro, del tipo a strappo con ritorno a molla, permettendo più tentativi senza eccessivo sforzo da parte del personale.

#### 78.1.4 Tolleranze di Fabbricazione

La planarità delle superfici di tenuta sui diaframmi delle paratoie, sulle guide laterali e sulla tenuta superiore dovrà essere garantita con tolleranza di  $\pm 0.1$  mm.



La planarità e la perpendicolarità al piano costituito dalle guide laterali ammarate nel calcestruzzo della superficie di battuta sulla soglia sarà garantita con una tolleranza di  $\pm 1$  mm.

Le dimensioni delle paratoie saranno garantite entro  $\pm 5$  mm in larghezza ed altezza.

#### 78.1.5 Comandi, Controlli, Segnalazioni

Le paratoie saranno dotate di comandi locali, di telecomando per apertura, fermata e chiusura, di segnalazioni locali e remote e di allarmi remoti.

I comandi locali ed il controllo motori delle paratoie saranno posizionati direttamente sull'attuatore. Saranno, tra l'altro, presenti per quanto riguarda le paratoie:

Comandi a pulsante di tipo protetto per la paratoia con i comandi di emergenza "apre, chiude, ferma"; Un selettore lucchettabile per la predisposizione al comando "Automatico/Manuale/ Escluso".

Con il selettore in posizione "Manuale" i comandi "apre, chiude, ferma" agiranno direttamente bypassando il sistema di comando e controllo centralizzato.

In funzionamento automatico i pulsanti "apre", "chiude" e "ferma" consentiranno la manovra selezionata della paratoia.

#### 78.1.6 Prove e Collaudi

L'equipaggiamento sarà sottoposto a prove e collaudi secondo quando disposto di seguito.

##### *Collaudi in Fabbrica*

Prove sui Materiali:

I materiali dei componenti principali, in particolare lo scudo ed i profilati in acciaio, saranno sottoposti a prove per rilevarne le caratteristiche meccaniche (carico di rottura, limite di snervamento, allungamento percentuale, resilienza) e la composizione chimica secondo le norme.

Le saldature di tenuta saranno controllate con liquidi penetranti o particelle magnetiche e le saldature strutturali saranno controllate in dipendenza del grado di efficienza assunto nei calcoli.

Le seguenti parti saranno inoltre sottoposte a prove non distruttive con il metodo degli ultrasuoni:

- viti di manovra

Controlli Dimensionali e Premontaggi:

Le paratoie ed i servoazionamenti saranno totalmente assiemati in fabbrica.

Ogni parte assiemata sarà controllata per comprovare che le dimensioni e le tolleranze sono state rispettate e per accertarne il corretto montaggio. Ogni errore o mancanza saranno prontamente corretti.

Sarà controllata la perfetta corrispondenza tra le tenute delle paratoie, le loro sedi sul diaframma e le superfici di contatto sulle parti fisse.

Ogni servoazionamento completo di aste di manovra sarà assiemato completamente e sotto-

posto a prove senza carico. Per evitare deformazioni permanenti all'asta, durante tale prova saranno previsti adeguati supporti per tutta la sua lunghezza. Il movimento dell'asta dovrà risultare agevole, libero da ogni intoppo e vibrazione e dovrà effettuarsi con minimo attrito.

Il corretto funzionamento dei fine corsa sarà verificato durante queste prove.

Dopo il premontaggio in officina le paratoie ed il sistema di azionamento potranno essere smontati, se necessario, in parti per consentirne il trasporto.

#### *Collaudi in Sito*

Prima di procedere con le prove di funzionamento, le parti saranno convenientemente lubrificate e ogni connessione meccanica e strutturale sarà accuratamente controllata.

La paratoie saranno ispezionate e manovrate per controllarne i giochi, la precisione di allineamento e la scorrevolezza di manovra.

Completate tutte le prove in bianco si effettueranno, appena possibile le prove in acqua della paratoia e, se possibile, la prova di tenuta della stessa. Saranno controllati i tempi di manovra.

Le prove da effettuarsi saranno le seguenti:

- verifica del corretto funzionamento del servoazionamento e della relativa paratoia durante le manovre di apertura e chiusura
- verifica della velocità di apertura e di chiusura della paratoia con acqua

#### 78.1.7 Protezione delle superfici

Tutti i materiali ed equipaggiamenti oggetto del presente Appalto dovranno essere tali da poter essere consegnati, immagazzinati e messi in funzione in condizioni di clima continentale.

#### *Superfici Metalliche*

Ghisa ed acciaio dovranno essere in generale dipinti o galvanizzati secondo il tipo di servizio. Quando due metalli simili si trovano in contatto, andranno scelti in modo che la differenza del loro potenziale elettrochimico sia tale da non provocare corrosione galvanica. Se questo non è possibile, la superficie di contatto di uno dei due o di entrambi dovrà essere galvanizzata con un altro materiale o protetta altrimenti, in maniera da ridurre il potenziale entro i limiti richiesti; in alternativa i due metalli possono essere isolati uno dall'altro mediante opportuno materiale o lacca isolante.

#### *Filettature, Dadi, Bulloni e Rondelle*

Filettature, dadi, bulloni e rondelle di acciaio devono essere zincati, cadmiati o cromati; quando ciò non è possibile per motivi di tolleranza, deve essere impiegato acciaio inossidabile.

L'acciaio inossidabile dovrà essere impiegato per tutti quegli elementi filettati soggetti a frequenti smontaggi o aggiustamenti, in contatto con acqua.

#### *Equipaggiamenti e Materiali Elettrici*

Materiali e componenti che sono naturalmente resistenti alle muffe o che sono protetti ermeticamente o che sono immersi in olio, non richiedono trattamento. Altri componenti dovranno

ricevere lacca protettiva contro l'umidità e la formazione di muffe.

#### 78.1.8 Protezione contro la corrosione

##### *Generalità*

L'Appaltatore deve dipingere in officina od in cantiere tutta la sua fornitura come sotto specificato.

##### *Trattamento delle Superfici, Vernici e loro Applicazione, Galvanizzazione*

Valgono le prescrizioni del capo I – Qualità e provenienza dei materiali – campioni e prove.

##### *Colori*

I colori principali degli equipaggiamenti dovranno essere concordati con AIOS; l'Appaltatore dovrà in ogni caso inviare per approvazione campioni dipinti nei colori indicati.

##### *Ritocchi*

Tutte le superfici dipinte danneggiate durante il montaggio dovranno essere ritoccate.

Le superfici da ritoccare dovranno essere accuratamente spazzolate, lavate e preparate secondo le prescrizioni del fabbricante delle vernici.

##### *Ispezioni, Prove e Garanzia*

Il Committente si riserva il diritto di eseguire prove e collaudi sulle pitture sia in officina sia in cantiere. Dopo le prove ed il collaudo finale verrà data l'accettazione definitiva.

##### *Schema Trattamento di Protezione*

Valgono le prescrizioni del capo I – Qualità e provenienza dei materiali – campioni e prove.

#### 78.1.9 Garanzie

Il fornitore sarà tenuto a garantire per 1 anno dalla data del collaudo definitivo tutte le apparecchiature fornite ed installate. Tale garanzia dovrà coprire la sostituzione di tutti i materiali e di tutte le apparecchiature che risultassero difettosi e/o che si dovessero guastare durante l'esecuzione dei lavori e durante il periodo di garanzia.

Il fornitore inoltre è responsabile e saranno a suo carico gli eventuali costi aggiuntivi dovuti al malfunzionamento delle apparecchiature. Restano escluse dalla copertura di garanzia i materiali e/o le apparecchiature danneggiate da eventi calamitosi o da vandalismi.

### **78.2 Paratoia di Imbocco Condotta Forzata**

La paratoia all'ingresso della condotta forzata ha la funzione di interrompere il flusso attraverso la condotta quando questa va in blocco o comunque è fuori servizio. A tale scopo deve poter chiudere sotto flusso in tempi brevi.

La paratoia posta al termine dello scarico macchina ha la funzione di interrompere il flusso in uscita dal diffusore per eseguire le operazioni di manutenzione lungo il canale di scarico a valle del diffusore ovvero di impedire il rigurgito verso il diffusore delle portate mantenendo isolato il tratto a monte (tra la paratoia e lo scarico della turbina)

Le paratoie dovranno essere azionate mediante servomotore oleodinamico ad alta pressione e relativa asta di comando.

Il servomotore oleodinamico sarà del tipo a doppio effetto; in funzionamento normale sia l'apertura che la chiusura avverranno a pressione d'olio. Le pressioni massime raggiungibili nel servomotore durante la manovra di apertura e chiusura dovranno essere opportunamente limitate mediante pressostati regolabili.

Dovranno pure essere previste valvole regolabili di sicurezza, separatamente per l'apertura e la chiusura, che limitino comunque le pressioni massime a valori non pericolosi per la resistenza meccanica dell'asta di comando e relativo attacco alla paratoia.

Il servomotore dovrà essere in grado di mantenere la paratoia in una qualunque posizione senza necessità di nessun dispositivo di fermo meccanico.

Le paratoie dovranno essere calcolata in base alla Norma DIN 19704, assumendo come carico di dimensionamento quello di progetto indicato. Inoltre le indicazioni del presente Disciplina-re prevarranno su detta Norma.

Le paratoie dovranno essere progettate per essere aperte e chiuse sotto flusso. Il calcolo delle forze agenti sul dispositivo di sollevamento sarà effettuato considerando i coefficienti di attrito stabiliti dalla Norma sopracitata.

#### 78.2.1 Caratteristiche Costruttive

##### *Diaframma*

Il diaframma sarà costituito essenzialmente da un telaio di elementi strutturali in acciaio saldato in grado di sostenere lo scudo installato a valle.

Il diaframma sarà completamente assemblato nell'officina del fabbricante; nessuna saldatura sul diaframma della paratoia sarà ammessa in cantiere.

Nei calcoli dello scudo e della struttura si terrà conto di un sovrasspessore di 2 mm per corrosione; la lamiera costituente lo scudo avrà ad ogni modo uno spessore di almeno 8 mm.

La parte inferiore del diaframma sarà sagomata in modo tale da evitare turbolenze e pulsazioni di pressione durante il funzionamento.

Il collegamento tra il diaframma e l'asta del servomotore sarà adeguatamente rinforzato ed in grado di resistere agli sforzi trasmessi dal servomotore in corrispondenza della pressione massima di azionamento (pressione di taratura della valvola di sicurezza).

Saranno previsti due anelli di sollevamento per montaggio e manutenzione posti sulla parte superiore della paratoia.

##### *Tenute e Pattini di Guida*

Le paratoie saranno dotate di tenute sui quattro lati. Le tenute saranno poste sul lato di valle del diaframma e saranno realizzate mediante regolo di neoprene a sezione rettangolare sulla soglia di fondo e mediante profili di neoprene a nota musicale sulle guide laterali e superiore.

La tenute di gomma saranno fissate alla struttura della paratoia per mezzo di lamiere di ac-

acciaio inox premi guarnizione e di bulloni resistenti alla corrosione. Le guarnizioni di gomma, rispettivamente per la soglia e per gli altri tre lati, saranno fornite in un pezzo unico prefabbricato in officina e vulcanizzati tra di loro in cantiere se necessario.

Le paratoie saranno dotate di pattini di guida laterale in bronzo imbullonati al diaframma delle paratoie.

#### *Rivestimenti Metallici dei Gargami, Travi di Soglia e Superfici di Tenuta*

I rivestimenti metallici dei gargami e le soglie annegate nella struttura civile dovranno prevedere piatti di ancoraggio e di collegamento con le piastre di ancoraggio di prima fase.

I rivestimenti metallici dei gargami e le travi di soglia saranno completamente in acciaio inox ed avranno uno spessore minimo di 5 mm.

Le superfici in contatto con le tenute saranno ricavate direttamente sul gargame; la loro finitura sarà particolarmente curata in maniera da risultare libera da ogni asprezza e difetto superficiale, garantendo così una perfetta tenuta.

Analogamente le superfici in contatto con i pattini di guida laterali montati sui diaframmi saranno ricavate direttamente sul gargame; la loro finitura sarà particolarmente curata in maniera da risultare libera da ogni asprezza e difetto superficiale, garantendo una riduzione degli attriti e dell'usura dei pattini.

Le travi di soglia ed i rivestimenti laterali saranno saldate al rivestimento metallico in acciaio che si estende a valle e a monte della paratoia.

#### *Servomotori*

La paratoia sarà azionata da un servomotore oleodinamico a doppio effetto montato su di una opportuna struttura di sostegno, collegata con le guide laterali; in ogni caso gli sforzi trasmessi al calcestruzzo non potranno essere superiori a 6 MPa.

Il servomotore sarà progettato per installazione all'aperto e sarà composto da un cilindro idraulico e da un pistone completo di asta per il collegamento alle paratoie.

Il cilindro idraulico sarà progettato e fabbricato secondo le norme ASME per recipienti in pressione. La superficie interna in contatto con gli anelli di tenuta del pistone sarà alesata fino ad una superficie concentrica uniformemente levigata con rugosità superficiale media Ra inferiore a 0.4 micra, secondo la norma UNI 3963. Sarà composto da un corpo cilindrico, da un coperchio superiore e da un coperchio inferiore fissati al corpo cilindrico con bulloneria in acciaio ad alta resistenza zincati o cadmiati e passivati e sarà dotato di sfiati e drenaggi nelle calotte superiori ed inferiori per consentire lo scarico di aria o di olio in caso di necessità.

Le pareti saranno sottoposte ad accurata ispezione visiva e le saldature saranno radiografate al 100% secondo le norme ASME.

Tutti i collegamenti per le tubazioni di olio in pressione da e per il cilindro saranno facilmente smontabili e dotati di guarnizioni ("o" ring) atte a garantire la perfetta tenuta e facilmente sostituibili.

Il complesso pistone-asta di collegamento sarà formato da un pistone di acciaio completo di tenute ed anelli e da un'asta in acciaio forgiato o fuso in un sol pezzo rigidamente collegata al pistone; tale collegamento sarà facilmente smontabile per ragioni di manutenzione.

L'asta potrà essere fabbricata in acciaio inossidabile o in acciaio cromato (min. 0.3 mm) per tutta la sua lunghezza.

Il pistone sarà dotato di due o più anelli di metallo o materiale simile e due o più tenute d'olio del tipo a V o similari, per garantire una tenuta in grado di evitare trafileamenti tra le due camere del cilindro fino ad una pressione differenziale equivalente al 150% di quella di progetto. Le tenute saranno sostituibili senza rimuovere il pistone dal cilindro.

I servomotori saranno dotati di un dispositivo capace di ridurre la velocità di chiusura della paratoia nella parte terminale della corsa.

#### *Tolleranze di Fabbricazione*

La planarità delle superfici di tenuta sui diaframmi delle paratoie, sulle guide laterali e sulla tenuta superiore dovrà essere garantita con tolleranza di  $\pm 0.1$  mm.

La planarità e la perpendicolarità al piano costituito dalle guide laterali ammarate nel calcestruzzo della superficie di battuta sulla soglia sarà garantita con una tolleranza di  $\pm 1$  mm.

Le dimensioni delle paratoie saranno garantite entro  $\pm 5$  mm in larghezza ed altezza.

#### *Comandi, Controlli, Segnalazioni*

La paratoia sarà dotata di comandi locali, di telecomando per apertura, fermata e chiusura, di segnalazioni locali e remote e di allarmi remoti.

I comandi locali della paratoia saranno posizionati sul quadro comando locale. Su tale quadro, descritto in altra sezione delle specifiche, saranno, tra l'altro, presenti per quanto riguarda le paratoie:

- comandi a pulsante per la paratoia con i comandi "apre, chiude, ferma"
- un selettore "Automatico/Manuale" per la possibilità di inserire o escludere durante la manovra manuale e/o la manutenzione gli automatismi

Con il selettore in posizione "Manuale" i comandi "apre, chiude, ferma" agiranno invece direttamente sulle elettrovalvole, bypassando il PLC.

Dovrà essere previsto un segnale di allarme se la paratoia si scosta dalla posizione di completa apertura durante il funzionamento della turbina. Tale segnale oltre a dare un allarme dovrà avviare la centralina di pompaggio e rimandare la paratoia in completa apertura. Si dovrà prevedere un secondo fine corsa, oltre a quello di completa apertura, che segnali la chiusura in tempestiva della paratoia e mandi in blocco la turbina.

In funzionamento automatico i pulsanti "apre", "chiude" e "ferma" avvieranno le rispettive sequenze che, dopo l'avviamento della pompa prescelta ed i necessari controlli, consentiranno la manovra selezionata della paratoia.

## *Centralina oleodinamica e quadro gruppo pompaggio paratoia*

### Dati di Progetto

La centralina dovrà soddisfare alle seguenti caratteristiche:

- n° elettropompe 2
- pressione massima di comando del sistema oleodinamico di manovra 60 bar

Per le caratteristiche del quadro gruppo pompaggio paratoie valgono le specifiche del quadro distribuzione 400 V descritto nel seguito.

### Criteri di Progetto

La paratoia sarà dotata di un sistema oleodinamico completo di pompe, serbatoio, accumulatore, di tutte le tubazioni, di tutte le connessioni flessibili, di tutte le valvole di intercettazione, di regolazione e di sicurezza, dei supporti, e di tutti i necessari strumenti per assicurare un'operazione efficiente e sicura.

La centralina oleodinamica sarà installata nel locale comandi turbina e paratoia, come indicato nei disegni e dovrà essere utilizzata sia per la manovra della paratoia che per la regolazione della turbina.

Saranno installate due pompe per l'olio, azionate da motore elettrico, una di riserva all'altra.

Sarà previsto un accumulatore a sacca olio-azoto destinato principalmente ad assicurare la regolazione di turbina senza continui interventi delle pompe e a garantire una manovra di chiusura delle pale di turbina in caso di mancanza di energia.

I quadri gruppo pompaggio paratoia conterranno i componenti necessari per l'alimentazione ed il controllo del gruppo di pompaggio (i comandi della paratoia saranno invece installati nei quadri comando locali specificati in un'altra sezione di queste specifiche).

### Caratteristiche Costruttive

#### Sistema Oleodinamico

Il serbatoio dell'olio, fabbricato di lamiera saldate di almeno 4 mm di spessore e dotato di piastre e tiranti per ancorarlo alla struttura civile, avrà una capacità pari al 110% del volume del servomotore e di tutte le tubazioni; sarà di tipo completamente chiuso e sarà dotato di sfiato completo di filtro, di connessioni ad innesto rapido per il riempimento, di valvola di scarico, di indicatore di livello a tubo di vetro con scala graduata, di un indicatore di livello dotato di contatti elettrici di livello minimo e massimo. Questi ultimi strumenti dovranno essere dotati di valvole di intercettazione per consentirne la sostituzione senza richiedere lo svuotamento del serbatoio.

Dovranno essere previste scaldiglie all'interno del serbatoio con intervento automatico.

Le pompe dell'olio saranno montate sul coperchio del serbatoio.

Le pompe, capaci di fornire una pressione eguale al 150% di quella di progetto, saranno del tipo ad ingranaggi o a palette e saranno collegate ai motori con giunti elastici. Ogni pompa sa-

rà dotata di valvola di non ritorno sulla mandata e di filtro sull'aspirazione.

Sulla mandata di ogni pompa saranno installate opportune valvole di ritegno, un manometro ed un pressostato completo di contatti elettrici regolabili per segnalare qualsiasi inconveniente dovuto ad eccessiva pressione durante il funzionamento delle centraline. I manometri ed i pressostati saranno dotati di valvola di sicurezza a tre vie per evitare danni dovuti ad improvvisi aumenti di pressione.

Ogni divisione sul quadrante del manometro corrisponderà ad almeno 1 MPa.

L'accumulatore sarà dimensionato per un volume minimo di azoto tale da garantire una manovra di chiusura delle pale di turbina (a seconda degli standard dei costruttori) e per una pressione superiore di almeno il 25% a quella massima raggiungibile dal sistema.

Sarà inoltre dotato di un rubinetto di isolamento, di un manometro e di un pressostato.

Le elettrovalvole di manovra saranno installate in prossimità della paratoia.

Le tubazioni, le valvole e le connessioni dovranno essere fabbricate in acciaio inossidabile, come indicato nelle prescrizioni tecniche generali.

Sul circuito idraulico dovranno essere previste le necessarie valvole di sezionamento, le valvole tarabili di sicurezza e di esercizio per l'invio dell'olio allo scarico in caso di emergenza e la regolazione della pressione durante le manovre di apertura e chiusura delle paratoie.

Valvole di regolazione saranno installate sulle tubazioni per consentire ampi aggiustaggi sulle velocità di apertura e chiusura delle paratoie; inoltre per evitare che la velocità di chiusura aumenti eccessivamente nel caso di rottura delle tubazioni, valvole di blocco chiusura saranno montate in prossimità del servomotore.

Per evitare manovre intempestive della paratoia durante la manutenzione, sarà installata sulla tubazione di scarico dell'olio dal servomotore di ciascuna paratoia una valvola dotata di lucchetto.

Il sistema sarà pure dotato di filtro magnetico installato sulla tubazione di olio di scarico al serbatoio.

In posizione opportuna sulle valvole di regolazione, sulla tubazione dell'olio e sulla centralina saranno previste prese dotate di valvola manuale per l'inserzione di un manometro allo scopo di rilevare le pressioni durante le manovre di apertura e di chiusura della paratoia; il manometro con inseritore sarà pure incluso nella fornitura.

La partenza della seconda pompa elettrica dovrà essere asservita al consenso del segnale di guasto della prima pompa.

Dovrà essere possibile commutare l'ordine di avviamento delle pompe elettriche.

Equipaggiamento Elettrico

Tutte le apparecchiature relative alla centralina oleodinamica saranno montate nel quadro elettrico di comando paratoia.

L'alimentazione delle pompe elettriche e del gruppo motopompa dal quadro paratoie dovrà



essere realizzata mediante microinterruttori e teleruttori.

Tutte le connessioni esterne all'unità di pompaggio ed ai quadri saranno realizzate in conduit. Le connessioni ai motori ed alle valvole saranno realizzate in conduit flessibili, impermeabili e resistenti all'olio.

Per le caratteristiche generali dei quadri paratoie valgono le prescrizioni del quadro distribuzione 400 V.

Comandi, Controlli, Segnalazioni

I comandi locali del sistema oleodinamico saranno posizionati sui quadri gruppo pompaggio paratoie. Su tale quadro, saranno, tra l'altro, presenti:

- un selettore con comando a pulsante per la predisposizione delle pompe con i comandi "inserzione pompa 1, inserzione pompa 2, manuale, escluso"
- i comandi per "marcia" e "arresto" per le pompe

La logica che comanderà il distacco delle pompe dovrà tenere conto del fatto che la paratoia non potrà essere operata in maniera parzializzata e dovrà quindi essere dipendente dai contatti dei finecorsa.

Tutti i contatti per gli allarmi e segnalazioni da trasmettere a distanza dovranno essere liberi da tensione; anche il telecomando sarà realizzato con comandi liberi da tensione.

#### 78.2.2 Prove e Collaudi

L'equipaggiamento sarà sottoposto a prove e collaudi secondo quanto disposto di seguito.

##### *Collaudi in Fabbrica*

##### Prove sui Materiali

I materiali dei componenti principali, in particolare lo scudo ed i profilati in acciaio, saranno sottoposti a prove per rilevarne le caratteristiche meccaniche (carico di rottura, limite di snervamento, allungamento percentuale, resilienza) e la composizione chimica secondo le norme.

Le saldature di tenuta saranno controllate con liquidi penetranti o particelle magnetiche e le saldature strutturali saranno controllate in dipendenza del grado di efficienza assunto nei calcoli.

##### Controlli Dimensionali e Premontaggi

Le paratoie ed i servoazionamenti saranno totalmente assiemati in fabbrica.

Ogni parte assiemata sarà controllata per comprovare che le dimensioni e le tolleranze sono state rispettate e per accertarne il corretto montaggio. Ogni errore o mancanza saranno prontamente corretti.

Sarà controllata la perfetta corrispondenza tra le tenute delle paratoie, le loro sedi sul diaframma e le superfici di contatto sulle parti fisse.

Ogni servoazionamento completo di aste di manovra sarà assiemato completamente e sottoposto a prove senza carico. Per evitare deformazioni permanenti all'asta, durante tale prova

saranno previsti adeguati supporti per tutta la sua lunghezza. Il movimento dell'asta dovrà risultare agevole, libero da ogni intoppo e vibrazione e dovrà effettuarsi con minimo attrito.

Il corretto funzionamento dei fine corsa sarà verificato durante queste prove.

La centralina oleodinamica sarà riempita di olio idraulico simile a quello previsto durante il funzionamento, accuratamente sfiatata e sottoposta a prova idrostatica al 100% del valore di taratura delle valvole di sicurezza di massima pressione. Non si dovranno notare trafileamenti durante tale prova.

Dopo il premontaggio in officina le paratoie ed il sistema di azionamento potranno essere smontati, se necessario, in parti per consentirne il trasporto.

#### *Collaudi in Sito*

Prima di procedere con le prove di funzionamento, le parti saranno convenientemente lubrificate e ogni connessione meccanica e strutturale sarà accuratamente controllata.

La paratoie saranno ispezionate e manovrate per controllarne i giochi, la precisione di allineamento e la scorrevolezza di manovra.

Completate tutte le prove in bianco si effettueranno, appena possibile le prove di funzionamento della centralina oleodinamica, prima in funzionamento isolato e successivamente collegata alla paratoia, le prove in acqua della paratoia e, se possibile, la prova di tenuta della stessa. Saranno controllati i tempi di manovra.

Le prove da effettuarsi saranno le seguenti:

- prova idraulica del circuito al 150% della pressione di progetto
- verifica del corretto funzionamento della centralina in servizio isolato e durante le manovre di apertura e chiusura della paratoia
- verifica della velocità di apertura e di chiusura della paratoia con acqua
- verifica del corretto funzionamento del servoazionamento e della relativa paratoia durante le manovre di apertura e chiusura

#### 78.2.3 Protezione delle Superfici

Tutti i materiali ed equipaggiamenti oggetto del presente Appalto dovranno essere tali da poter essere consegnati, immagazzinati e messi in funzione in condizioni di clima continentale.

#### *Superfici Metalliche*

Ghisa ed acciaio dovranno essere in generale dipinti o galvanizzati secondo il tipo di servizio. Quando due metalli simili si trovano in contatto, andranno scelti in modo che la differenza del loro potenziale elettrochimico sia tale da non provocare corrosione galvanica. Se questo non è possibile, la superficie di contatto di uno dei due o di entrambi dovrà essere galvanizzata con un altro materiale o protetta altrimenti, in maniera da ridurre il potenziale entro i limiti richiesti; in alternativa i due metalli possono essere isolati uno dall'altro mediante opportuno materiale o lacca isolante.

#### *Filettature, Dadi, Bulloni e Rondelle*

Filettature, dadi, bulloni e rondelle di acciaio devono essere zincati, cadmiati o cromati; quando ciò non è possibile per motivi di tolleranza, deve essere impiegato acciaio inossidabile.

L'acciaio inossidabile dovrà essere impiegato per tutti quegli elementi filettati soggetti a frequenti smontaggi o aggiustamenti, in contatto con acqua.

#### *Equipaggiamenti e Materiali Elettrici*

Materiali e componenti che sono naturalmente resistenti alle muffe o che sono protetti ermeticamente o che sono immersi in olio, non richiedono trattamento. Altri componenti dovranno ricevere lacca protettiva contro l'umidità e la formazione di muffe.

### 78.2.4 Protezione contro la Corrosione

#### *Generalità*

L'Appaltatore deve dipingere in officina od in cantiere tutta la sua fornitura come sotto specificato.

#### *Trattamento delle Superfici, Vernici e loro Applicazione, Galvanizzazione*

Valgono le prescrizioni del capo I – Qualità e provenienza dei materiali – campioni e prove.

#### *Colori*

I colori principali degli equipaggiamenti dovranno essere concordati con l'Appaltante; l'Appaltatore dovrà in ogni caso inviare per approvazione campioni dipinti nei colori indicati.

#### *Ritocchi*

Tutte le superfici dipinte danneggiate durante il montaggio dovranno essere ritoccate.

Le superfici da ritoccare dovranno essere accuratamente spazzolate, lavate e preparate secondo le prescrizioni del fabbricante delle vernici.

#### *Ispezioni, Prove e Garanzia*

Il Committente si riserva il diritto di eseguire prove e collaudi sulle pitture sia in officina sia in cantiere. Dopo le prove ed il collaudo finale verrà data l'accettazione definitiva.

#### *Schema Trattamento di Protezione*

Valgono le prescrizioni del capo I – Qualità e provenienza dei materiali – campioni e prove.

### **78.3 Panconi**

I panconi dovranno essere calcolati in base alla Norma DIN 19704, assumendo come carico di dimensionamento quello di progetto indicato. Inoltre le indicazioni del presente Disciplinare prevarranno su detta Norma.

Il calcolo delle forze di sollevamento sarà effettuato considerando i coefficienti di attrito stabiliti dalla Norma sopracitata.

### 78.3.1 Caratteristiche Costruttive

Valgono le stesse prescrizioni del paragrafo precedente per quanto applicabili Tenute e Pattini di Guida che dovrà essere sostituito come segue:

I panconi saranno dotati di tenute su tre lati. Le tenute saranno poste sul lato opposto del diaframma rispetto a quello su cui agisce la spinta dell'acqua e saranno realizzate mediante regolo di neoprene a sezione rettangolare sulla soglia di fondo e mediante profili di neoprene a nota musicale sulle guide laterali e superiore.

Le tenute in gomma saranno fissate alla struttura della paratoia per mezzo di lamiera di acciaio inox premi guarnizione e di bulloni resistenti alla corrosione.

## **78.4 Paratoia di macchina**

Valvola a farfalla oleodinamica, con contrappeso, da installarsi a monte del gruppo turbina alternatore completa di ogni accessorio

La fornitura deve comprendere anche attrezzature speciali e tutto quanto, anche se non espressamente indicato nel presente Disciplinare, sia necessario a rendere la fornitura un insieme completo, funzionante ed eseguito a perfetta regola d'arte. In particolare sono inclusi tutti gli elementi da fissare nei getti di prima e seconda fase e tutti gli accessori. Dovranno inoltre essere inclusi il trasporto, il montaggio ed il collaudo di quanto fornito. Le apparecchiature fornite dovranno essere conformi alle regolamentazioni delle norme vigenti e delle leggi italiane in materia antinfortunistica.

Giunto di smontaggio in contro-pressione

Un adattatore in contro-pressione è un congegno che garantisce la tenuta e la ripresa dell'effetto di fondo dovuta alla pressione del fluido.

Gli adattatori della flangia sono costituiti da un corpo, da una flangia di compressione, da una guarnizione stagna di forma trapezoidale, da una serie di bulloni di compressione, di giunti e di una flangia in contro-pressione con il suo gioco di tiranti. La lunghezza di questi steli è stata calcolata per il montaggio di paratoie a flangia o del tipo sandwich.

Al momento del serraggio dei bulloni, la flangia di compressione va a spingere la guarnizione contro il corpo ed il tubo, creando così una pressione di contatto molto superiore alla pressione del fluido. Il confinamento intorno al giunto e le caratteristiche meccaniche dell'elastomero permettono di mantenere un livello di energia importante, assicurando così la tenuta a lungo termine.

Immediatamente dopo l'installazione, la pre-sollecitazione della guarnizione crea un flusso in tutte le parti non occupate. Il livello del flusso dipende da più fattori, tra cui lo stato della superficie e la lubrificazione. Nelle normali condizioni di utilizzo, la pre-sollecitazione più importante interviene nelle prime 24 ore.

Corpo duttile  $\varnothing$  fino a 300 mm

o Corpo acciaio A37 saldato meccanicamente per  $\varnothing$  superiori a 300 mm

o Giunto elastometrico stagno

o Tiranti acciaio A 193 grado B7

Una lente o una farfalla che ruotano all'interno di un carter su di un asse in acciaio compongono la valvola.

Un pistone a effetto semplice apre la valvola a farfalla.

Il tempo di chiusura può essere aggiustato da una valvola micrometrica installata sul circuito.

Anche il pistone possiede una funzione di ammortizzamento della chiusura.

Il profilo a traliccio della farfalla permette alla valvola di resistere alle forti velocità di caduta dell'acqua.

Le caratteristiche di funzionamento sono le seguenti :

- Pressione massima di funzionamento : Pressione nominale.
- Pressione di prova : 1.5 volte la pressione di servizio
- Pressione di prova : 1,1 volte la pressione di servizio
- In caso di colpo d'ariete ,la sovrappressione non deve superare 1,5 volte la pressione nominale dell'unità.
- Velocità limite accettabile : 20 m/s

La valvola deve essere montata con l'asse in posizione orizzontale.

#### *Comandi, Controlli, Segnalazioni*

Lo sgrigliatore sarà dotato di comandi locali manuale ed automatico.

Il quadro elettrico di comando sarà in esecuzione protetta IP55, realizzato secondo la normativa vigente, con l'utilizzo di componenti di elevata affidabilità, dotato di dispositivi di controllo e sicurezza.

Lo sgrigliatore sarà predisposto per il funzionamento automatico mediante un programmatore lavoro/pausa temporizzato, integrato da un dispositivo con controllo differenziale dei livelli tra monte e valle dello sgrigliatore.

Lo sgrigliatore sarà previsto anche per permettere il funzionamento in manuale mediante pulsantiera in bassa tensione.

### **78.5 Griglia e Sgrigliatore**

La griglia ha la funzione di impedire l'ingresso in condotta di corpi estranei di dimensione superiore

alla luce libera fra le barre. Le condizioni ottimali di operabilità sono garantite dallo sgrigliatore che interviene qualora la differenza di pressione fra monte e valle superi un valore predefinito, e tramite un ciclo di pulizia automatico elimina il materiale causa di ostruzione. Il materiale scaricato dallo sgrigliatore viene fatto fluire lungo una canalina di acciaio inossidabile (indicata sui disegni di capitolato) a valle dello sbarramento per mezzo di un getto d'acqua prodotto da un'apposita pompa di lavaggio.

La griglia dovrà essere dimensionata assumendo le condizioni di carico che si verificano con griglia intasata al 50% e carico idrostatico pari al livello massimo di piena.

### *Griglia*

La struttura della griglia sarà costituita da un piatto in lamiera superiore ed uno inferiore su cui verranno saldate le barre a sezione rettangolare che saranno installate verticalmente. La struttura sarà rinforzata con opportuna barra di rinforzo orizzontale che divide la luce verticale in due parti. Il rinforzo sarà costituito da un profilato a T saldato sul lato posteriore delle barre (come indicato sui disegni di capitolato). La griglia sarà fabbricata in due pannelli. Il montaggio in sito avverrà imbullonando la struttura della griglia a due profilati in corrispondenza della soglia di fondo e di testa.

### *Sgrigliatore*

Lo sgrigliatore sarà di tipo rotante a catena adatto alla pulizia di griglie di medie dimensioni dove il trasporto solido va dal fogliame e materiale minuto ad arbusti o rifiuti di notevoli dimensioni. L'azionamento della macchina sarà di tipo elettromeccanico mediante gruppo motoriduttore e relativi alberi di trazione e tensione.

Le ruote di comando, montate sull'albero di trazione, e quelle di rinvio sommerse, dovranno essere realizzate in acciaio speciale opportunamente trattato. I pettini dovranno essere montati sulle catene laterali di trascinamento del tipo a rulli realizzate in acciaio zincato o inossidabile, adatte per servizio continuo in condizioni gravose.

Il gruppo di pulizia dei pettini sarà costituito da una spazzola rotante di adeguate dimensioni e relativo raschiatore.

La macchina dovrà essere provvista di apposita cofanatura per la protezione degli organi di comando.

Le catene laterali scorreranno in sede propria su elemento di guida sagomato in materiale antifrizione. Lo sgrigliatore rotante sarà dotato di circuito di ingrassaggio per la lubrificazione delle parti sommerse. La semplicità costruttiva della macchina, unitamente al dimensionamento e alla qualità dei materiali impiegati, dovrà garantire una notevole affidabilità anche in condizioni di lavoro saltuario e senza manutenzione.

### *Pompa di lavaggio*

La pompa di lavaggio sarà del tipo centrifugo orizzontale autoadescante con portata e prevalenza adeguate al flussaggio dei detriti scaricati dallo sgrigliatore nella canalina di drenaggio. Il flusso d'acqua erogato dalla pompa dovrà fare defluire il fogliame e le altre impurità derivanti dalla pulizia delle griglie lungo la canalina di drenaggio che scaricherà in zona opportuna come indicato sui disegni di capitolato. A questo scopo la pompa dovrà:

- entrare in funzione ogniqualvolta lo sgrigliatore inizia la manovra di pulizia;
- terminare il ciclo di lavaggio poco dopo l'arresto dello sgrigliatore.

La pompa dovrà mandare l'acqua su di un unico collettore che scarica nella canalina di dre-

naggio. Sul collettore sarà previsto un pressostato che, a comando di avviamento pompa avvenuto e al permanere bassa pressione, invia un segnale di allarme al pannello di controllo.

#### *Comandi, Controlli, Segnalazioni*

Lo sgrigliatore sarà dotato di comandi locali manuale ed automatico.

Il quadro elettrico di comando sarà in esecuzione protetta IP55, realizzato secondo la normativa vigente, con l'utilizzo di componenti di elevata affidabilità, dotato di dispositivi di controllo e sicurezza.

Lo sgrigliatore sarà predisposto per il funzionamento automatico mediante un programmatore lavoro/pausa temporizzato, integrato da un dispositivo con controllo differenziale dei livelli tra monte e valle dello sgrigliatore.

Lo sgrigliatore sarà previsto anche per permettere il funzionamento in manuale mediante pulsantiera in bassa tensione.

### **78.6 Gruppo Turbina - generatore di energia elettrica**

Turbina ad asse verticale, a doppia regolazione, completa di generatore sincrono trifase, e tutto quanto necessario a garantire un corretto funzionamento del gruppo, da installare in corrispondenza della centrale come indicato sui disegni di capitolato.

La fornitura deve comprendere anche attrezzature speciali e tutto quanto, anche se non espressamente indicato nel presente disciplinare, sia necessario a rendere la fornitura un insieme completo, funzionante ed eseguito a perfetta regola d'arte.

In particolare sono inclusi tutti gli elementi da fissare nei getti di prima e seconda fase e tutti gli accessori inclusi i quadri elettrici di comando e controllo ed il trasformatore elevatore dalla bassa alla media tensione.

La fornitura dovrà includere i lubrificanti necessari, le parti di ricambio per l'avviamento ed il collaudo e le parti di ricambio per 3 anni di funzionamento. Dovranno inoltre essere inclusi il trasporto, il montaggio ed il collaudo di quanto fornito. Le apparecchiature fornite dovranno essere conformi alle regolamentazioni delle norme vigenti e delle leggi italiane in materia antinfortunistica.

#### **78.6.1 Turbina**

Il distributore a chiocciola metallica è composto da:

- Una tubazione metallica di sezione decrescente e forma a spirale
- Il mantello della girante in acciaio saldato meccanicamente, un duomo smontabile che permette l'introduzione della girante e contiene il supporto, in acciaio saldato meccanicamente, delle direttrici.

Le direttrici sono in acciaio fuso o saldato meccanicamente.

L'asse dei perni è posizionato sulle direttrici per lasciare una coppia residua durante la chiusura. La guida e la tenuta sono assicurate da un giunto torico montato su degli anelli in bronzo.

Il cerchio mobile permette la sincronizzazione dell'insieme delle direttrici con l'utilizzo di bielle e di leve. Degli assi eccentrici e dei giunti montati sulle bielle permettono di mantenere costante l'allineamento e la lunghezza.

Un asse di scorrimento, calcolato per evitare un danno importante in caso una mancata chiusura dovuta ad un corpo estraneo assicura il collegamento con i leveraggi.

Il cerchio mobile guidato da cuscinetti viene azionato da 1 o 2 martinetti

La girante sarà composta da :

- Un mozzo in acciaio fuso,
- pale mobili in acciaio o acciaio fuso inossidabile,
- un ogiva di profilamento del mozzo,
- un meccanismo di regolazione delle pale all'interno della ruota, così come della tenuta e degli anelli in bronzo per le parti rotanti,
- un servomotore per il comando delle pale.

I modelli per le giranti saranno calcolati, poi scelto in funzione :

- delle caratteristiche idrauliche,
- della velocità di rotazione,
- dell'altezza del salto,
- della portata dell'acqua,
- della qualità dell'acqua,
- dei rischi di cavitazione,

I perni delle pale ed il mozzo della girante vengono innanzitutto lavorati, la pale sono poi montate e montate sui mozzi, poi la ruota è centrata sul diametro ed infine equilibrata.

L'albero è forgiato in acciaio speciale e lavorato, viene forato nel centro per il passaggio dell'albero di comando delle pale.

I collegamenti tra il mozzo, l'albero ed il moltiplicatore (o l'alternatore) sono fatti tramite bulloni.

Il supporto in acciaio sistemato immediatamente al di sopra della girante è rivestito da metallo antifrizione e protetto da premistoppa. La lubrificazione è garantita da una pompa ingrassatrice.

L'aspiratore è realizzato in metallo secondo il progetto da noi fornito.

Viene studiato per recuperare una parte dell'energia cinetica dell'acqua in uscita dalla girante, limitando così i distacchi ed i rischi di cavitazione.

Un telaio saldato meccanicamente sopporta l'insieme dei carichi che saranno distribuiti sulle opere civili:

- La spinta idraulica
- La massa dell'albero e della girante



- La massa del moltiplicatore e del generatore

Il regolatore è composto da due circuiti di comando.

Un circuito di comando delle pale comprendente :

- Una pompa dell'olio,
- Una valvola di sicurezza,
- Un serbatoio di olio comune con la sua sonda di livello,
- Elettrovalvola a 3 vie,
- Un martinetto idraulico,
- Il giunto rotante d'introduzione dell'olio.

Un circuito di comando del distributore comprendente :

- Una pompa idraulica,
- Una valvola di sicurezza,
- Le elettrovalvole,
- Un filtro dell'olio con " by-pass",
- Le sonde di pressione,
- Le valvole anti-ritorno,
- I martinetti idraulici,
- Un organo di sicurezza (accumulatore).

### ***Caratteristiche***

o Tipo di regolatore: Gruppo idraulico doppio

o Numero: 1

o Circuito di comando: Pale /Distributore

o Pressione nominale di funzionamento: ~ 30 bars ~ 150 bars

o Volume del serbatoio 80 l

o Pressione nominale della pompa idraulica ~ 200 bars ~ 200 bars

o Tempo d'Apertura/Chiusura (T8+To) regolabile regolabile

### ***Circuito di comando del distributore :***

La pompa idraulica mantiene un livello di pressione minimo nell'accumulatore.

I martinetti idraulici alimentati dalle elettrovalvole aprono e chiudono le direttrici per mezzo del cerchio mobile.

### ***Circuito di comando delle pale :***

Il martinetto idraulico alimentato da una elettrovalvola apre e chiude le pale per mezzo dell'asta di comando.

### ***Congiunzione***

Il funzionamento del circuito di comando del distributore e del circuito di comando delle pale

sono legati dal controllo/comando elettronico ( o con una camma di congiunzione meccanica)

### *Sicurezza*

In caso di chiusura del parallelo, il distributore si ferma con la pressione dell'accumulatore per evitare il fuori giri del gruppo turbina-alternatore.

Per evitare i colpi di ariete, un diaframma pre-regolato controlla la lenta fermata del distributore.

Ciascuna elettrovalvola di sicurezza è doppiata.

## 78.6.2 Generatore

### *Generatore*

Il generatore sarà di tipo sincrono ad asse verticale per funzionamento integrato con la rete ENEL.

La parte magnetica dello statore e del rotore sarà costituita da lamierini magnetici a bassa perdita, ed assemblati in modo tale da eliminare vibrazioni dello statore. L'avvolgimento statorico sarà eseguito in filo di rame smaltato sintetico e sarà successivamente sottoposto a trattamento di impregnazione con resina sintetica. I pacchi magnetici dei poli sono fissati sulle nervature del Carter.

I morsetti di connessione degli avvolgimenti di statore saranno in apposita morsettiera.

Le temperature degli avvolgimenti saranno controllate con sonde tipo PT100, almeno 2 per fase ed inserite nello statore.

### *Rotore*

Il rotore sarà composto dall'albero del ventilatore, dalla ruota polare, dall'eccitatore, da gruppo raddrizzatore rotativo montato sull'albero, formato da tre diodi e tiristori. Le bobine polari sono fissate lateralmente.

L'albero rotore sarà posto da due cuscinetti a rotolamento. La temperatura sarà controllata da sonde PT100.

### *Eccitazione*

L'equipaggiamento di eccitazione e di regolazione dell'alternatore sarà posizionato su quadro elettrico di controllo e comando.

La regolazione di tensione e del fattore di potenza sarà affidata a sistema meccanico di eccitazione e di controllo.

### Caratteristiche

#### Generatore sincrono

- Montaggio verticale;
- Temperatura ambiente ammissibile 40°C;
- Grado di protezione IP43;
- Raffreddamento ad aria;

- Protezione antiparassitaria classe N;
- Verso di rotazione destro, lato accoppiamento
- Potenza 220kVA;
- Tensione 400V;
- Frequenza 50Hz;
- Tipo rotore a poli avvolti;
- Velocità di rotazione 750 trpm;
- Fattore di potenza 0,9;

### 78.6.3 Controlli e Segnalazioni

#### *Regolazione Turbina*

Sarà previsto sistema di regolazione della turbina, di tipo doppio, con due circuiti di comando.

La centrale oliodinamica deputata al comando delle pale e del distributore.

Il circuito di comando delle pale comprende:

- Una pompa dell'olio, valvola di sicurezza serbatoio di olio, elettrovalvole a trazione , una scatola di livello, giunto rotante in olio.

Il circuito di comando prevede:

- Una pompa idraulica, valvole di sicurezza, elettrovalvole, filtro olio By-PASS, sonde di pressione, valvole antiritorno, morsetti idraulici, organo di sicurezza ed accumulo.

Sarà previsto un sistema di sicurezza che fermerà il distributore in caso di distacco del parallelo per evitare fuori giri del gruppo turbina-alternatore.

Tutte le elettrovalvole di sicurezza devono essere doppiate.

Sarà previsto un sistema di controllo automatico per consentire l'esercizio completamente automatico della centrale. Tale tipo di automatismo dovrà conferire un elevato grado di affidabilità alla gestione dell'impianto, in qualunque condizione d'esercizio, sia normale che di emergenza.

Il sistema di controllo dovrà essere estremamente flessibile permettendo variazioni nella logica di funzionamento con semplici modifiche al programma residente nell'unità centrale del controllore. Le principali funzioni del sistema di controllo automatico saranno le seguenti:

Avviamento: comanda e controlla tutte le operazioni necessarie per portare il gruppo in parallelo con la rete ENEL

Arresto normale: comanda e controlla tutte le operazioni necessarie per fermare il gruppo in condizioni di sicurezza. L'interruttore di macchina viene aperto solo dopo aver portato il carico attivo al minimo

Arresto di emergenza: comanda e controlla tutte le operazioni necessarie per fermare il gruppo in condizioni di sicurezza. L'interruttore di macchina viene aperto istantaneamente con qua-

lunque valore di carico attivo

Livello acqua a monte: mantiene costante il livello dell'acqua a monte agendo sugli organi di regolazione idraulica (pale) e comandando l'avviamento o l'arresto e del gruppo

Allarmi e blocchi: l'intervento di tutte le protezioni elettriche, meccaniche e idrauliche, sia per soglia di allarme che di arresto d'emergenza, sono singolarmente visualizzate sul pannello di allarme. La cancellazione della memorizzazione potrà essere fatta solo manualmente. In caso di guasto seguito da arresto di emergenza dovrà essere impedito il riavvio automatico del gruppo finché personale addetto provvede a rimuovere le cause del guasto e a cancellarne la memorizzazione

Prove in bianco: con il gruppo fermo deve essere prevista la possibilità di provare in bianco il funzionamento di ogni singolo organo costituente il gruppo, in modo da facilitare il controllo di buon funzionamento dopo qualsiasi intervento di manutenzione

L'avviamento, la connessione del generatore con la rete e l'arresto della macchina saranno pilotati dalla logica centrale in servizio automatico tramite le soglie tachimetriche e l'informazione del livello nel canale a monte, la turbina sarà dotata di organi di parzializzazione, per le pale e per il distributore, solo della paratoia di guardia all'imbocco. Il fornitore dovrà dotare il gruppo di tutti i rilevatori e trasmettitori dei segnali necessari per eseguire le sequenze indicate e dovrà fornire gli schemi a blocchi per l'impostazione della logica relativa alle fasi di avviamento, funzionamento normale ed arresto del gruppo per la programmazione del sistema di controllo centrale. Il controllore programmabile dovrà essere costituito dalle seguenti parti:

Unità centrale (CPU) nella quale risiede il software di programmazione costituito dal flusso logico di istruzioni per l'elaborazione dei comandi per ottenere i segnali in uscita per l'azionamento degli organi

Memoria in grado di conservare lo stato delle apparecchiature in campo anche in mancanza di alimentazione del controllore

Moduli di ingresso che permettono di rilevare i segnali provenienti dall'esterno per identificare e trasmettere all'unità centrale lo stato delle apparecchiature in campo

Moduli di uscita che consentono all'unità centrale di inviare comandi per l'azionamento dei vari organi di manovra

Moduli di conversione analogico-digitale per l'acquisizione di grandezze elettriche (tensione, corrente ecc.)

Sarà previsto un regolatore per il comando delle pale della turbina costituito da una centralina oleodinamica che comanda il pistone di movimentazione delle pale.

Sarà previsto un sistema di controllo automatico per consentire l'esercizio completamente automatico della centrale. Tale tipo di automatismo dovrà conferire un elevato grado di affidabilità alla gestione dell'impianto, in qualunque condizione d'esercizio, sia normale che di emergenza.

Il sistema di controllo dovrà essere estremamente flessibile permettendo variazioni nella logi-

ca di funzionamento con semplici modifiche al programma residente nell'unità centrale del controllore. Le principali funzioni del sistema di controllo automatico saranno le seguenti:

**Avviamento:** comanda e controlla tutte le operazioni necessarie per portare il gruppo in parallelo con la rete ENEL

**Arresto normale:** comanda e controlla tutte le operazioni necessarie per fermare il gruppo in condizioni di sicurezza. L'interruttore di macchina viene aperto solo dopo aver portato il carico attivo al minimo

**Arresto di emergenza:** comanda e controlla tutte le operazioni necessarie per fermare il gruppo in condizioni di sicurezza. L'interruttore di macchina viene aperto istantaneamente con qualunque valore di carico attivo

**Livello acqua a monte:** mantiene costante il livello dell'acqua a monte agendo sugli organi di regolazione idraulica (pale) e comandando l'avviamento o l'arresto e del gruppo

**Regolatore potenza reattiva:** provvede a mantenere in automatico, nei valori richiesti dall'ENEL, il carico reattivo in funzione della potenza attiva erogata agendo sui dispositivi di rifasamento inclusi nella fornitura

**Allarmi e blocchi:** l'intervento di tutte le protezioni elettriche, meccaniche e idrauliche, sia per soglia di allarme che di arresto d'emergenza, sono singolarmente visualizzate sul pannello di allarme. La cancellazione della memorizzazione potrà essere fatta solo manualmente. In caso di guasto seguito da arresto di emergenza dovrà essere impedito il riavvio automatico del gruppo finché personale addetto provvede a rimuovere le cause del guasto e a cancellarne la memorizzazione

**Prove in bianco:** con il gruppo fermo deve essere prevista la possibilità di provare in bianco il funzionamento di ogni singolo organo costituente il gruppo, in modo da facilitare il controllo di buon funzionamento dopo qualsiasi intervento di manutenzione

L'avviamento, la connessione del generatore con la rete e l'arresto della macchina saranno pilotati dalla logica centrale in servizio automatico tramite le soglie tachimetriche e l'informazione del livello nel canale a monte, mentre la turbina non sarà dotata di organi di parzializzazione, ad eccezione della regolazione delle pale, ma solo della paratoia di guardia all'imbocco. Il fornitore dovrà dotare il gruppo di tutti i rilevatori e trasmettitori dei segnali necessari per eseguire le sequenze indicate e dovrà fornire gli schemi a blocchi per l'impostazione della logica relativa alle fasi di avviamento, funzionamento normale ed arresto del gruppo per la programmazione del sistema di controllo centrale. Il controllore programmabile dovrà essere costituito dalle seguenti parti:

Unità centrale (CPU) nella quale risiede il software di programmazione costituito dal flusso logico di istruzioni per l'elaborazione dei comandi per ottenere i segnali in uscita per l'azionamento degli organi

Memoria in grado di conservare lo stato delle apparecchiature in campo anche in

mancanza di alimentazione del controllore

Moduli di ingresso che permettono di rilevare i segnali provenienti dall'esterno per identificare e trasmettere all'unità centrale lo stato delle apparecchiature in campo

Moduli di uscita che consentono all'unità centrale di inviare comandi per l'azionamento dei vari organi di manovra

Moduli di conversione analogico-digitale per l'acquisizione di grandezze elettriche (tensione, corrente ecc.)

#### 78.6.4 Prove e Collaudi

L'equipaggiamento sarà sottoposto a prove e collaudi secondo quanto disposto di seguito.

##### *Collaudi in Fabbrica - Prove sui Materiali*

I materiali dei componenti principali saranno sottoposti a prove per rilevarne le caratteristiche meccaniche (carico di rottura, limite di snervamento, allungamento percentuale, resilienza) e la composizione chimica secondo le norme.

Le saldature qualitativamente più importanti saranno controllate secondo la sotto specificata normativa:

- controllo magnetoscopico della preparazione lembi, prima delle saldature, secondo ASTM E 109 (non viene accettata alcuna indicazione lineare di difettosità)
- controllo ultrasuoni dopo la saldatura, secondo ASTM 5A T 530 - 535 con accettabilità appendice U ASME VIII divisione 1A.
- eventuale controllo radiografico ove gli ultrasuoni daranno dubbi di interpretazione con riferimento alle serie radiografiche blu dell'Istituto Internazionale di Saldatura.

##### *Controlli Dimensionali e Premontaggi*

Turbina e generatore saranno totalmente assiemati in fabbrica.

Ogni parte assiemata sarà controllata per comprovare che le dimensioni e le tolleranze sono state rispettate e per accertarne il corretto montaggio. Ogni errore o mancanza saranno prontamente corretti.

Per il generatore saranno effettuati i collaudi standard interni previsti dal costruttore .

Tutte le parti rotanti saranno equilibrate staticamente e dinamicamente e verrà rilasciata la relativa scheda tecnica da parte dell'ufficio controllo qualità del fabbricante.

Dopo il premontaggio in officina i gruppi potranno essere smontati, se necessario, in parti per consentirne il trasporto.

### *Collaudi in Sito*

Prima di procedere con le prove di funzionamento, le parti saranno convenientemente lubrificate e ogni connessione meccanica e strutturale sarà accuratamente controllata.

Turbina e generatore saranno ispezionati e manovrati a mano per controllarne i giochi, la precisione di allineamento e la scorrevolezza di manovra.

Oltre ai controlli preliminari sulla corretta esecuzione dei montaggi meccanici e dei cablaggi elettrici saranno effettuate le seguenti prove ed eventualmente altre da concordarsi durante la stesura del programma di prove:

- prove funzionali di tutti gli accessori ed apparecchiature di controllo ( termostati ecc.)
- prova funzionale dell'intero complesso fornito con rilievi di temperatura a regime
- prova di scatto al carico nominale
- verifica della corretta sequenza di avviamento e parallelo
- verifica della bontà di regolazione degli automatismi di corredo di avviamento e arresto
- verifica arresto gruppo per mancanza tensione e successivo riavviamento al ripristino della rete

### *Verifica del rispetto delle garanzie contrattuali*

Successivamente alla presa in consegna provvisoria del macchinario da parte del Committente, saranno effettuate le prove di rendimento del gruppo turbina-generatore, per la verifica delle prestazioni garantite.

La verifica delle prestazioni e dei rendimenti del macchinario sarà in accordo a quanto prescritto alla norma UNI 8735. Si metteranno a confronto la curva dei rendimenti garantiti, alle portate comprese fra i 5/10 e i 10/10 e al salto nominale, con la curva dei rendimenti misurati riportati allo stesso salto. Da esse si ricaveranno i valori dei rendimenti medi convenzionali, garantiti e misurati, attribuendo ai rendimenti relativi alle portate di 5/10, 7/10, 8/10, 9/10, 10/10 rispettivamente i coefficienti 0.1 – 0.2 – 0.3 – 0.3 – 0.1. Resta inteso che il rendimento valutato sarà comprensivo delle perdite idrauliche dall'imbocco turbina allo scarico, delle perdite meccaniche (moltiplicatore, cuscinetti ecc.) e delle perdite elettriche.

- Il rendimento medio pesato sarà quindi il seguente:
- $\eta = 0.1 \times \eta_1 + 0.2 \times \eta_2 + 0.3 \times \eta_3 + 0.3 \times \eta_4 + 0.1 \times \eta_5$
- dove saranno:
- $\eta_{1,2,3,4,5}$  = rendimenti rispettivamente ai carichi di 5/10, 7/10, 8/10, 9/10, 10/10
- Nello stesso modo si calcolano sia il rendimento medio convenzionale garantito sia il rendimento medio convenzionale misurato.
- Si valuterà l'eventuale scarto negativo tra il rendimento medio convenzionale

misurato e quello medio convenzionale garantito, arrotondato al decimo di punto, e su questi valori si calcolerà l'eventuale perdita di potenza considerata al salto nominale ed alla portata nominale e di conseguenza l'eventuale penale stabilita in 300 €/kW. Per tenere conto degli errori di misura sarà ammessa una tolleranza massima pari a 1,5 %.

- Il fornitore dovrà sottomettere all'approvazione del Committente, con congruo anticipo, il metodo di misura che intenderà adottare per lo svolgimento delle prove. I metodi di misura dovranno comunque essere fra quelli previsti al capitolo 7 della norma UNI 8735.

## **78.7 Generatore Diesel d'emergenza**

La fornitura comprende la progettazione, la fabbricazione, la verniciatura, le prove in officina, il trasporto, il montaggio ed il collaudo in cantiere di:

generatore diesel di emergenza, del tipo cabinato per installazione all'esterno, per garantire l'azionamento delle paratoie, l'alimentazione del sistema di illuminazione d'emergenza e degli ausiliari indispensabili nel caso di mancanza di tensione dalla rete principale per la centrale.

generatore diesel di emergenza, del tipo cabinato per installazione all'esterno, per garantire l'azionamento delle paratoie, l'alimentazione del sistema di illuminazione d'emergenza e degli ausiliari indispensabili nel caso di mancanza di tensione dalla rete principale per la vasca di carico.

La fornitura deve comprendere anche attrezzature speciali e tutto quanto, anche se non espressamente indicato nel presente Disciplinare, sia necessario a rendere la fornitura un insieme completo, funzionante ed eseguito a perfetta regola d'arte.

La fornitura dovrà includere i lubrificanti necessari, le parti di ricambio per l'avviamento ed il collaudo e le parti di ricambio per 3 anni di funzionamento. Dovranno inoltre essere inclusi il trasporto, il montaggio ed il collaudo di quanto fornito.

Le apparecchiature fornite dovranno essere conformi alle regolamentazioni delle norme vigenti e delle leggi italiane in materia antinfortunistica.

### 78.7.1 Caratteristiche Costruttive

#### *Motore Diesel*

Il motore diesel deve essere di fabbricazione di primaria marca europea, del tipo ad iniezione diretta a 2 o 4 tempi, raffreddato ad aria forzata con ventilatore. La lubrificazione sarà forzata con pompa ad ingranaggi, filtri a cartuccia e valvole di regolazione. Il sistema di alimentazione gasolio sarà con pompa a membrana o a stantuffo, filtri a cartuccia, pompa di iniezione, raccordi per disaerazione, elettromagnete o elettrovalvola di arresto. Il sistema di aspirazione aria sarà con filtri a bagno d'olio. Il sistema di scarico dei gas combusti dovrà essere con tronchetti flessibili e marmitte di tipo industriale. Il motore dovrà essere provvisto di sistema di arresto automatico per bassa pressione olio e alta temperatura motore.



### *Generatore Sincrono*

Il generatore elettrico sarà di tipo sincrono, autoregolato, autoeccitato a 4 poli, di primaria marca europea. La costruzione dovrà essere con carcassa in acciaio e scudi in ghisa. Rotore in acciaio laminato con gabbia smorzatrice. La ventilazione sarà del tipo forzato con ventola cassetata sull'albero. Il grado di protezione dovrà essere almeno IP 23 S.

Gli avvolgimenti devono essere isolati con materiali in classe H ed impregnati con resine epossidiche adatte alle più severe condizioni ambientali. Il sistema di regolazione della tensione sarà del tipo amperometrico con trasformatore compound trifase; precisione della tensione in regime statico  $\pm 4\%$ . La distorsione armonica deve essere inferiore al 5%; soppressione radiodisturbi secondo norme VDE 0875 grado G e MIL 461 AB. Il collegamento degli avvolgimenti sarà del tipo a stella con neutro accessibile.

### *Accoppiamento motore-generatore*

L'accoppiamento motore-generatore sarà del tipo monoblocco diretto con generatore monosupporto.

### *Telaio*

Il telaio sarà costruito in profilati di acciaio elettrosaldati, completo di traverse d'appoggio e di golfari di sollevamento. Saranno previste traverse con adeguati supporti antivibranti in gomma antiolio per l'ancoraggio del gruppo motore - generatore.

Il serbatoio carburante dovrà essere previsto incluso nel basamento e completo di : tappo di carico; raccordo di drenaggio; raccordi di mandata e ricircolo dal motore diesel; galleggiante con controllo elettrico per segnalazione di riserva.

### *Accessori*

Il fornitore dovrà fornire i seguenti accessori:

a) quadro elettrico previsto per intervento automatico al mancare della tensione, completo di:

strumenti di misurazione Voltmetro, Amperometro, Frequenzimetro, Contatore;

interruttore magnetotermico

chiave di avviamento

luci di segnalazione carica batterie e pressione olio

caricabatterie automatico

prese di servizio

protezione motore

controllo tensione di rete

prova periodica automatica

dispositivo soppressione interferenze radio

b) scaldiglie olio

- c) dispositivo di rabbocco automatico carburante a norma Vigili del Fuoco, collegato al serbatoio di bordo, completo di quadro di comando
- d) serbatoio interrato di stoccaggio combustibile da 500 litri
- e) cofanatura silenziata per installazione all'aperto, per entrambi i gruppi

#### 78.7.2 Prove e Collaudi

Dopo l'installazione e prima di qualsiasi prova di marcia tutte le parti devono essere lubrificate ed ispezionate per assicurarsi del loro corretto montaggio.

Le prove da eseguire sono le seguenti:

marcia del gruppo

verifica delle prestazioni.

### **78.8 Quadri Distribuzione 400 V**

Per l'azionamento e il telecontrollo delle paratoie e della centrale dovrà essere prevista la fornitura di quadri elettrici di bassa tensione per l'approvvigionamento dell'energia e la sua distribuzione.

Tali quadri saranno:

quadri fornitura energia.

quadro generale B.T (Power Center)

quadro distribuzione

quadro comando e controllo descritti nel paragrafo 12.4.2

Il numero delle utenze dovrà essere determinato in funzione delle reali necessità dell'impianto considerando anche le opportune riserve.

L'Appaltatore dovrà proporre modifiche all'attuale sistema di distribuzione e quindi al numero di partenze nel caso le esigenze specifiche dell'impianto lo richiedano.

Dette modifiche dovranno essere sottoposte ed approvate dal Committente e non comporteranno alcuna variazione di costo.

La fornitura deve comprendere anche attrezzature speciali e tutto quanto, anche se non espressamente indicato nel presente Disciplinare, sia necessario a rendere la fornitura un insieme completo, funzionante ed eseguito a perfetta regola d'arte.

#### 78.8.1 Normativa e Criteri di Progetto

Per quanto non in contrasto con la presente specifica, i quadri e le singole apparecchiature dovranno essere in conformità con quanto prescritto dall'edizione in vigore delle varie Norme CEI applicabili ed in particolare, alle seguenti:

- Norme CEI 13-10      Strumenti di misura elettrici indicatori e registratori per tens.  
                                 <1000V
- Norme CEI 13-17      Contatori elettrici ad induzione di energia attiva di classe 1

- Norme CEI 17-3 Contattori per tensioni <1000 V
- Norme CEI 17-5 Interruttori automatici per tensioni <1000 V
- Norme CEI 17-11 Interruttori, sezionatori in aria per tensioni <1000 V
- Norme CEI 17-13 Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per BT
- Norme CEI 17-14 Apparecchi ausiliari di comando per tensioni <1000 V
- Norme CEI 32-4 Fusibili a tensioni <1000 V
- Norme CEI 38-1 Trasformatori di corrente
- Norme CEI 38-2 Trasformatori di tensione
- Norme CEI 38-3 Trasformatori di misura - Misura delle scariche parziali

I quadri e le singole apparecchiature dovranno inoltre essere rispondenti al D.P.R. n. 547 del 27.4.1955 e successive integrazioni per la prevenzione degli infortuni sul lavoro

Le apparecchiature e i materiali elettrici impiegati, appartenenti alle categorie ammesse al regime del Marchio, dovranno essere muniti del marchio dell'Istituto Italiano del Marchio di Qualità (IMQ) o di altro ente per cui risulti valido il riconoscimento reciproco con l'IMQ.

#### 78.8.2 Caratteristiche Costruttive

##### *Struttura dei Quadri*

La struttura dei quadri sarà realizzata con montanti in profilati di acciaio e pannelli di chiusura in lamiera ribordata di spessore non inferiore a 10/10.

I quadri dovranno essere chiusi su ogni lato e posteriormente, i pannelli perimetrali dovranno essere asportabili a mezzo di viti. I pannelli posteriori dovranno essere di tipo incernierato con cerniere a scomparsa. Le porte frontali saranno corredate di chiusura a chiave, il rivestimento frontale sarà costituito da cristallo di tipo temprato.

I quadri o elementi di quadro costituenti unità a sé stanti dovranno essere completi di golfari di sollevamento a comparsa.

Anche se prevista la possibilità di ispezione dal retro del quadro, tutti i componenti elettrici saranno facilmente accessibili dal fronte mediante pannelli avvitati o incernierati.

Sul pannello anteriore saranno previste feritoie per consentire il passaggio degli organi di comando.

Tutte le apparecchiature saranno fissate su guide o su pannelli fissati su specifiche traverse di sostegno.

Gli strumenti e lampade di segnalazione saranno montate sui pannelli frontali.

Sul pannello frontale ogni apparecchiatura sarà contrassegnata da targhette indicatrici che ne identificano il servizio.

Tutte le parti metalliche del quadro saranno collegate a terra (in conformità a quanto prescritto dalla citata norma CEI 17.13/1).

Per quanto riguarda la struttura è ritenuto sufficiente utilizzare viteria antiossidante con ron-

delle auto graffianti al momento dell'assemblaggio, per le piastre frontali sarà necessario assicurarsi che i sistemi di fissaggio comportino una adeguata asportazione del rivestimento isolante.

Il vano sbarre dovrà essere protetto da ripari come specificato dalle norme CEI 17-13/1. Il riparo interno previsto, dovrà essere di materiale non propagante l'incendio e provvisto di cartelli monitori.

Le sbarre principali e le derivazioni dovranno essere solidamente ancorate in modo da sopportare la corrente di corto circuito senza subire deformazioni permanenti.

Le morsettiere relative ai circuiti di potenza ed ai circuiti ausiliari dovranno essere posizionate rispettivamente sul retro e sul fronte del quadro.

Le morsettiere di potenza dovranno essere segregate rispetto alle parti in tensione tramite riparo asportabile realizzato in materiale trasparente non propagante l'incendio e provvisto di cartelli monitori.

Tutte le apparecchiature ausiliarie (lampade, pulsanti, fusibili ecc.) dovranno essere posizionate in modo da poter essere sostituite senza effettuare la rimozione delle protezioni.

#### *Dispositivi di Manovra e Protezione*

Saranno oggetto di preferenza da parte del committente apparecchiature che incorporino dispositivi principali del medesimo costruttore.

Dovrà essere garantita una facile individuazione delle manovre da compiere; i dispositivi di manovra dovranno pertanto essere concentrate sul fronte dello scomparto.

All'interno dovrà essere possibile una agevole ispezionabilità ed una facile manutenzione.

Le distanze fra i dispositivi e le eventuali separazioni metalliche dovranno impedire che interruzioni di elevate correnti di corto circuito o avarie notevoli possano interessare l'equipaggiamento elettrico montato in vani adiacenti.

Devono essere in ogni caso garantite le distanze che realizzano i perimetri di sicurezza imposti dal costruttore delle apparecchiature.

Tutti i componenti elettrici ed elettronici devono essere contraddistinti da targhette di identificazione conformi a quanto indicato dagli schemi.

Dovrà essere previsto uno spazio pari al 20 % dell'ingombro totale che consenta eventuali ampliamenti senza intervenire sulla struttura di base ed i relativi circuiti di potenza.

#### *Collegamenti per la Messa a Terra*

Ciascun scomparto dovrà essere munito di morsetto per il collegamento al collettore di terra del locale. Tale morsetto dovrà essere dimensionato per l'allacciamento del capocorda previsto per conduttori di sezione fino a 70 mm<sup>2</sup>. A tale morsetto dovrà essere pure collegato il conduttore di protezione anch'esso di sezione adeguata. Tale conduttore dovrà essere costituito da una sbarra in rame dipinta con colore giallo-verde alla quale dovranno essere connesse tutte le apparecchiature, le parti metalliche costituenti l'involucro, gli schermi dei cavi in par-

tenza dal quadro. A tale scopo la sbarra dovrà essere installata sia nella parte inferiore dell'armadio, in modo tale da rendere agevoli le operazioni di allacciamento della corda in rame per il collegamento dell'armadio al collettore di terra del locale e degli schermi di cavi, sia lungo una fiancata dell'armadio per agevolare il collegamento a terra delle parti metalliche costituenti le strutture e le apparecchiature installate.

#### *Verniciatura*

La verniciatura dovrà seguire le prescrizioni citate nel presente disciplinare nella parte generale "Trattamento delle superfici" al paragrafo Erroneo. L'origine riferimento non è stata trovata..

#### *Collegamenti di Potenza*

Tutti i collegamenti elettrici di potenza dovranno essere realizzati con sbarre in rame elettrolitico ECU 99.99 a norme CEI 7-4 od in cavo flessibile, esclusi quelli connessi alle morsettiere di uscita, i quali dovranno essere realizzati in cavo flessibile con tensione nominale  $U_o/U = 450/750$  V.

Le sezioni delle sbarre, che costituiscono il circuito di potenza fino all'ingresso degli interruttori di distribuzione, dovranno essere dimensionate in funzione delle correnti nominali degli interruttori e dovranno sopportare una corrente di breve durata fino a 15 kA per 1 sec.

Tutte le giunzioni delle sbarre dovranno essere effettuate, previa argentatura a freddo delle superfici, tramite bulloneria in acciaio inox provvista di rondella antisvitamento di dimensioni tali da garantire le necessarie pressioni di contatto. I materiali isolanti utilizzati per il supporto o la segregazione delle sbarre dovranno essere rispondenti alle norme CEI 15-9.

Le sbarre per l'allacciamento dei cavi di alimentazione e le sbarre principali dovranno riportare chiaramente l'indicazione delle fasi secondo quanto prescritto nella norma CEI 16-4.

Le morsettiere di uscita dovranno essere dimensionate per conduttori fino a 35 mm<sup>2</sup>, con attacco per capocorda ad occhiello lato interno ed avere la possibilità di accettare capicorda ad occhiello od a puntale lato cavetteria (es. tipo CABUR CDA 70 o equivalente).

I collegamenti tra le uscite degli interruttori di distribuzione e le morsettiere di uscita dovranno essere costituiti da cavi unipolari e dovranno sopportare una corrente di breve durata fino a 15 kA per 0.2 sec.

#### *Interruttori Scatolati*

Gli interruttori scatolati saranno conformi alle normative internazionali IEC 947.1 e 2 o alle norme corrispondenti in vigore nei paesi membri (CEI; VDE; BS; NF; ...).

Saranno di categoria A con potere d'interruzione di servizio  $I_{cs}=100\%I_{cu}$ :

- per tutte le tensioni fino a 250 A;
- fino a 500 V per i calibri superiori

e avranno una tensione nominale di impiego ( $U_e$ ) di 690V CA (50/60Hz) ed una tensione nominale di isolamento ( $U_i$ ) di 750 V CA (50/60 Hz).

Tutti gli apparecchi dovranno essere adatti alla funzione di sezionamento secondo la Norma IEC 947.2 § 7.27 e dovranno riportare sul fronte una targhetta indicativa che ne precisi l'attitudine.

Le versioni disponibili saranno, tripolare o tetrapolare in esecuzione fissa, estraibile o sezionabile su telaio con attacchi anteriori o posteriori; nel caso di esecuzione estraibile o sezionabile su telaio, saranno dotati di un dispositivo di presgancio che impedisca l'inserimento o l'estrazione ad apparecchio chiuso.

Potranno inoltre essere montati in posizione verticale, orizzontale o coricata senza riduzione delle prestazioni oltre ad essere alimentati sia da monte che da valle.

Tutti gli interruttori garantiranno un isolamento in classe II (secondo IEC 664) tra la parte frontale ed i circuiti interni di potenza.

Gli interruttori scatolati avranno una durata elettrica almeno uguale a 3 volte il minimo richiesto dalle Norme IEC 947-2

#### *Costruzione e Funzionamento*

Allo scopo di garantire la massima sicurezza, i contatti di potenza saranno isolati, dalle altre funzioni come il meccanismo di comando, la scatola isolante, lo sganciatore e gli ausiliari elettrici, mediante un involucro in materiale termoindurente.

Il meccanismo di comando degli interruttori scatolati sarà del tipo a chiusura e apertura rapida con sgancio libero della leva di manovra. Tutti i poli dovranno muoversi simultaneamente in caso di chiusura, apertura e sgancio.

Gli interruttori scatolati saranno azionati da una leva di manovra indicante chiaramente le tre posizioni

ON (1), OFF (O) e TRIPPED (sganciato).

Per assicurare il sezionamento visualizzato secondo la norma IEC 947-2 § 7-27:

il meccanismo sarà concepito in modo che la leva di manovra sarà in posizione (O) solo se i contatti di potenza sono effettivamente separati;

in posizione (O) la leva indicherà la posizione di sezionato dell'interruttore; il sezionamento sarà ulteriormente garantito da una doppia interruzione dei contatti di potenza.

Saranno equipaggiati di un pulsante di test "push to trip" sul fronte, per la verifica del corretto funzionamento del meccanismo di comando e dell'apertura dei poli.

Potranno inoltre ricevere un dispositivo di blocco in posizione di sezionato con possibilità di montare un numero massimo di tre lucchetti.

Il calibro dello sganciatore, il "push to trip", l'identificazione della partenza, la posizione dei contatti principali data dall'organo di comando dovranno essere chiaramente visibili e accessibili dal fronte tramite la piastra frontale o la portella del quadro.

Gli apparecchi con relè differenziale potranno essere realizzati con l'aggiunta di un Dispositivo Differenziale a corrente Residua (DDR) direttamente sulla scatola di base senza il com-

plemento di sganciatori ausiliari. Questi interruttori differenziali saranno:  
conformi alla norma IEC 947-2, appendice B;  
immuni agli sganci intempestivi secondo le raccomandazioni IEC 255 e IEC 801-2/3/4/5;  
adatti al funzionamento fino a -25° C secondo VDE0664.

Questi ultimi saranno di classe A secondo IEC755; l'alimentazione sarà trifase, a tensione propria con un campo di tensioni da 200 a 525 V CA. Dovranno essere in grado di poter sganciare l'interruttore anche in caso di abbassamento della tensione di alimentazione fino a 80 V CA.

#### *Funzione di Protezione*

Gli interruttori scatolati saranno equipaggiati di sganciatori intercambiabili. Da 100 a 250A sarà possibile scegliere tra una protezione magnetotermica e una di tipo elettronico. Per le taglie superiori a 250A lo sganciatoore sarà solo elettronico. Lo sganciatoore sarà integrato nel volume dell'apparecchio.

Gli sganciatori elettronici saranno conformi all'allegato F della Norma IEC 947-2 (rilevamento del valore efficace della corrente di guasto, compatibilità elettromagnetica).

Tutti i componenti elettronici potranno resistere, senza danneggiarsi, fino alla temperatura di 125°C.

Gli sganciatori magnetotermici ed elettronici saranno regolabili; l'accesso alla regolazione sarà piombabile.

La regolazione delle protezioni sarà fatta simultaneamente ed automaticamente su tutti i poli.

#### *Sganciatoore Magnetotermico Fino A 250a*

Le caratteristiche principali degli sganciatori magnetotermici saranno le seguenti:

- termico regolabile da 80 a 100% della corrente nominale dello sganciatoore;
- magnetico regolabile da 5 a 10 volte la corrente nominale (per  $I_n > 200A$ );
- la protezione del neutro potrà essere effettuata sia con un valore uguale, sia con un valore pari alla metà della protezione di fase (per  $I_n > 80A$ ).

#### *Sganciatoore Elettronico*

Le caratteristiche principali degli sganciatori elettronici saranno le seguenti:

- \* Protezione lungo ritardo (LR):

$I_r$  regolabile con 48 gradini dal 40 al 100% della corrente nominale dello sganciatoore elettronico;

- \* Protezione corto ritardo (CR):

$I_m$  regolabile da 2 a 10 volte la corrente di regolazione termica ( $I_r$ );

temporizzazione fissa a 40 ms;

- \* Protezione istantanea (IST):

soglia fissa a 11 In.

Gli apparecchi tetrapolari consentiranno la scelta del tipo di protezione del neutro mediante un commutatore a 3 posizioni: neutro non protetto - neutro meta' - neutro uguale alla fase.

Gli sganciatori elettronici saranno inoltre dotati di funzioni di controllo integrate come di seguito riportate:

LED di segnalazione del carico a 2 soglie: 90% di Ir con LED accesso fisso e 105% di Ir con LED lampeggiante;

Presenza di test per consentire la verifica funzionale dell'elettronica e del meccanismo di sgancio per mezzo di un dispositivo esterno.

#### *Sganciatore Elettronico Universale*

Le caratteristiche principali degli sganciatori elettronici universali saranno le seguenti:

\* Protezione lungo ritardo (LR):

Ir regolabile con 32 gradini da 40 al 100% della corrente nominale dello sganciatore elettronico;

temporizzazione regolabile a 5 gradini: 15 - 30 - 60 - 120 - 240s;

La corrente di sicuro funzionamento entro 2h sarà di 1.2Ir e la corrente di non funzionamento entro lo stesso tempo di 1.05Ir;

\* Protezione corto ritardo (CR):

Im regolabile da 1,5 a 10 volte la corrente di regolazione termica (Ir);

temporizzazione regolabile a 4 gradini con funzione I2t ON o OFF;

caratteristica a tempo inverso (I2t) al fine di aumentare la selettività; quest'ultima funzione potrà essere inibita.

\* Protezione istantanea (IST):

regolabile da 1,5 a 11 In.

Gli apparecchi tetrapolari consentiranno la scelta del tipo di protezione del neutro mediante un commutatore a 3 posizioni: neutro non protetto - neutro meta' - neutro uguale alla fase, che potrà essere messo sotto copertura piombabile.

Lo sganciatore elettronico ottimizzerà la protezione dei cavi e dell'impianto, memorizzando la variazione di temperatura subita dalle condutture in caso di sovraccarichi ripetuti.

Gli sganciatori elettronici saranno inoltre dotati di funzioni di controllo integrate come di seguito riportate:

LED di segnalazione del carico a 4 soglie: 60 - 75 - 90% di Ir con LED acceso e 105% con LED lampeggiante;

Presenza di test: consente la verifica funzionale dell'elettronica e del meccanismo di sgancio per mezzo di un dispositivo esterno.



### *Accessoriabilità*

Sarà inoltre possibile accessoriare lo sganciatore elettronico con dei moduli di opzione inseribili sullo sganciatore stesso senza aumento del volume dell'interruttore; le opzioni saranno le seguenti:

Protezione di terra;

Sorveglianza e controllo del carico a 2 soglie con basculamento dei contatti al superamento delle soglie;

Indicazioni sul fronte a mezzo LED, delle cause di sgancio (lungo ritardo, corto ritardo, istantanea, guasto a terra);

Trasmissione di dati a mezzo BUS: in particolare tutte le regolazioni dello sganciatore elettronico, le misure delle correnti di fase, le cause di sgancio, lo stato dell'interruttore aperto, chiuso, sganciato.

### *Ausiliari ed Accessori*

Gli interruttori scatolati potranno essere equipaggiati di telecomando; un commutatore "locale/distanza" sul fronte del telecomando, predisporrà l'interruttore per la manovra manuale o a distanza, con rinvio a distanza dell'indicazione della posizione. Il tempo di chiusura sarà inferiore a 80 ms. In caso di sgancio su guasto elettrico (sovraccarico, corto circuito, isolamento), sarà inibito il comando a distanza; sarà consentito nel caso di apertura con sganciatore voltmetrico. Il meccanismo di riarmo sarà ad accumulo di energia.

L'aggiunta di un telecomando o di una manovra rotativa conserverà integralmente le caratteristiche della manovra diretta:

Il telecomando permetterà solo 3 posizioni stabili: ON (I), OFF (O) e TRIPPED (sganciato);

Il sezionamento visualizzato, con una chiara indicazione sul fronte delle posizioni (I) e (O).

L'aggiunta del telecomando o della manovra rotativa non dovrà né mascherare, né impedire la visualizzazione e l'accesso alle regolazioni.

Gli interruttori scatolati saranno concepiti per permettere il montaggio, in assoluta sicurezza, di ausiliari ed accessori come sganciatori voltmetrici e contatti ausiliari, anche con apparecchio già installato:

Tutti gli ausiliari ed accessori elettrici saranno dotati di morsetti e saranno montabili a pressione;

Tutti gli ausiliari ed accessori elettrici saranno comuni a tutta la gamma;

L'identificazione e l'ubicazione degli ausiliari elettrici sarà indicata in modo indelebile con una incisione sulla scatola di base dell'interruttore e sugli ausiliari stessi;

L'aggiunta di detti ausiliari non aumenterà il volume dell'interruttore.

### *Interruttori Automatici di Distribuzione*

Essi dovranno essere di tipo modulare magnetotermici e, con portina frontale aperta dovrà essere garantito il grado di protezione IP 20.

Tutti gli interruttori dovranno essere provvisti di relè magnetotermico.

Come indicato nello schema unifilare alcuni interruttori dovranno essere di tipo differenziale. Ciascun interruttore dovrà essere equipaggiato con un contatto discorde di segnalazione della posizione ed un contatto per la segnalazione di relè magnetotermico intervenuto, cablati con cavetto flessibile su connettore volante. Tale contatto raggruppato per tutti gli interruttori di distribuzione di ogni quadro dovrà essere cablato a morsettiera per essere inviato eventualmente al PLC.

#### *Riduttori di Corrente*

I riduttori di corrente dovranno essere conformi alle norme CEI 38-1.

I riduttori di corrente utilizzati dovranno avere le seguenti caratteristiche:

|   |           |
|---|-----------|
| · tensione nominale                           | 400 V     |
| · corrente nominale termica di corto circuito | 15 kA     |
| · classe                                      | 0.5       |
| · prestazione                                 | 10 VA     |
| · rapporto nominale                           | 400-100/5 |

I riduttori il cui secondario sarà utilizzato per la misura di energia, dovranno essere corredati di un certificato ufficiale di collaudo rilasciato da un istituto autorizzato ed avere la possibilità di porre sigilli ai morsetti secondari.

I certificati di collaudo in duplice copia dovranno essere consegnati unitamente al quadro.

#### *Circuiti Ausiliari*

Tutti i collegamenti ausiliari tra le apparecchiature e la morsettiera di uscita dovranno essere realizzati con cavetto flessibile.

La sezione dei conduttori dovrà avere i seguenti valori

|                                      |                     |
|--------------------------------------|---------------------|
| · circuiti di comando e segnalazione | 1.5 mm <sup>2</sup> |
| · circuiti amperometrici             | 6 mm <sup>2</sup>   |
| · circuiti voltmetrici               | 2.5 mm <sup>2</sup> |

Tutti i circuiti ausiliari dovranno essere raccolti in canalette di adeguate dimensioni. Tali canalette dovranno essere del tipo non propagante l'incendio a norme CEI 23-22.

Tutti i circuiti faranno capo ad una morsettiera posta sul fronte dell'unità. Essa sarà di tipo componibile con morsetti previsti per sezione dei conduttori fino a 6 mm<sup>2</sup>. I morsetti relativi ai circuiti voltmetrici e amperometrici per la misura dell'energia dovranno essere provvisti in particolare di calotta sigillabile.

Ogni conduttore in prossimità di morsettiera e apparecchiature dovrà essere contrassegnato secondo quanto prescritto nelle Norme CEI 16-1.

Le connessioni ai morsetti dell'apparecchiatura ed alle morsettiere dovranno essere effettuate a mezzo di terminali preisolati.

Qualora ci fosse la necessità di collegare due conduttori in un'unica connessione, questa dovrà essere corredata di duplicatore.

Le morsettiere dovranno essere del tipo componibile; la sezione nominale dei singoli morsetti dovrà essere largamente dimensionata rispetto alla sezione dei conduttori o dei cavi allacciati.

Ciascuna morsetto dovrà essere contrassegnato dai numeri e dai simboli riportati negli schemi.

Ogni gruppo di morsetti ponticellati tra loro dovrà essere separato da quelli adiacenti tramite un diaframma in materiale isolante.

Ogni morsettiera rappresentata negli schemi dovrà essere delimitata da diaframmi su cui siano state riportate le denominazioni della morsettiera medesima.

Le morsettiere di tipo amperometrico dovranno essere fornite complete degli accessori per il sezionamento ed il corto circuito.

La fileria di cablaggio ed i conduttori relativi ai cavi in partenza dalla morsettiera dovranno essere raccolti in canaline di adeguate dimensioni.

La posizione di tali canaline non dovrà ostacolare il cablaggio delle morsettiere.

Tutta l'apparecchiatura e tutti i componenti, dovranno essere contraddistinti tramite opportune targhette autoadesive dove saranno incise le sigle e le denominazioni riportate negli schemi funzionali.

In particolare, per i relè ausiliari o altra apparecchiatura in esecuzione ad innesto su zoccolo, dovranno essere previste tre targhette che verranno applicate rispettivamente sulla custodia del relè ed in prossimità dello zoccolo, lato cablaggio e lato relè.

#### *Contatti Ausiliari*

I contatti ausiliari della apparecchiatura dovranno avere le seguenti caratteristiche:

|   |                       |
|---|-----------------------|
| · corrente nominale                             | 10 A                  |
| · tensione nominale                             | 230 V c.a.            |
| · potere di interruzione a 110 V c.c., L/R40 ms | 0.5 A                 |
| · tensione di prova                             | 2 kV 50 Hz per 1 sec. |

#### *Apparecchiature Ausiliarie*

a) Relè ausiliari e temporizzati. Tutti i relè impiegati saranno previsti per una tensione di alimentazione 24 V c.a.; dovrà essere prevista la taratura manuale del tempo in modo facile.

b) Relè di minima tensione trifase. Sulle sbarre dovrà essere installato un relè di minima tensione trifase con le seguenti caratteristiche:

|                                     |                              |
|-------------------------------------|------------------------------|
| · tensione nominale                 | 230 V c.a., 50 Hz $\pm$ 2,5% |
| · valore di intervento regolabile   | 70/100% Vn                   |
| · ritardo all'intervento regolabile | 1/20 sec                     |
| · coefficiente di ripristino        | 95%                          |

- equipaggiato con 2 contatti istantanei e 2 temporizzati da 5A
- tensione ausiliaria 24 V c.a. (-20, +10%)
- campo di temperatura - 5° + 40°
- stabilità dei valori impostati ± 2% per tutto il campo di lavoro e di temperatura.

c) Contatori elettrici. Dovrà essere installato solo nell'impianto Salto dell'Oca contatore elettrico di energia attiva ad induzione, trifase a tre sistemi, per reti di bassa tensione, aventi le seguenti caratteristiche

- tensione nominale 3 x 230 V
- corrente nominale 0/5 A
- frequenza 50 Hz
- classe 2 a norme CEI 13-13

Per ciascun contatore dovrà essere fornito:

- un certificato di taratura U.T.I.F. in duplice copia rilasciato da un istituto autorizzato;
- una morsettiera di controllo per complessi di misura a tre sistemi ad inserzione indiretta.

Tutti i morsetti dovranno essere provvisti di calotta coprimorsetti sigillabile.

I contatori dovranno essere del tipo con emettitore di impulsi.

#### *Morsetterie*

Il supporto isolante dei morsetti sarà in melamina.

Il serraggio dei capicorda o dei conduttori nel morsetto sarà del tipo indiretto ed antivibrante.

I morsetti saranno previsti per montaggio indipendente sugli appositi profilati di sostegno, del tipo a norme DIN. Le morsettiere saranno disposte in modo da consentire l'ispezione e l'intervento anche con quadro in servizio; esse saranno sistemate in posizione verticale facilmente accessibile e tale da consentire l'agevole uscita dei cavetti dalla parte inferiore del quadro.

Le morsettiere destinate ai collegamenti con cavi esterni al quadro saranno dimensionate in modo da consentire il fissaggio di un solo conduttore a ciascun morsetto. Sarà inoltre previsto un numero di morsetti di riserva pari al 10% dei morsetti utilizzati.

#### 78.8.3 Quadro Prelievo Energia - Zona Vasca di Carico

Con quadro prelievo energia si intende il quadro da installare immediatamente a valle del gruppo di misura dell'Enel.

Questo quadro conterrà un interruttore magnetotermico differenziale scatolato per la protezione della linea dal gruppo di misura dell'Enel fino al quadro di telecommutazione rete/gruppo elettrogeno e sarà preposto al sezionamento generale dell'impianto elettrico di tutti gli impianti.

L'involucro da utilizzare dovrà essere del tipo da parete, in poliestere, con porta cieca, piastra di fondo in materiale isolante e serratura di sicurezza con maniglie, stagno in grado di protezione IP65.

Il quadro dovrà essere fissato alla parete mediante staffe dovrà riportare sulla portella un cartello con la scritta "INTERRUTTORE GENERALE".

L'interruttore da installare all'interno del quadro dovrà essere di tipo modulare dalle seguenti caratteristiche:

quadripolare

magnetotermico differenziale PI 15kA

$I_n = 100A$  regolabile a 63A - regolabili da 1,3A, completo di contatti ausiliari

La linea derivata dal gruppo di misura dovrà essere attestata ai morsetti di ingresso di questo interruttore in modo tale da non pregiudicare il grado di isolamento del collegamento.

A tal scopo si raccomanda l'utilizzo di guaine termorestringenti sui terminale dei conduttori in modo da garantire la continuità di isolamento tra capicorda e guaina del conduttore.

Si dovranno inoltre utilizzare copriterminali isolanti sigillabili alti sull'interruttore in modo da garantire un perfetto isolamento.

I conduttori all'ingresso del quadro dovranno essere protetti mediante tubazioni in materiale isolante .

#### 78.8.4 Quadro Distribuzione FM e Luce Paratoie - Zona Vasca di Carico

All'interno del locale sarà posto quadro che permetterà l'alimentazione di tutti i circuiti dei vari cavi e conterrà:

- Sezionatore generale 4x100A - PI 65kA;
- Interruttore automatico 4x100A VA regolabile, a protezione del pannello quadro comando PLC ed alimentazione paratoie;
- Interruttore automatico differenziale 2x10kA - 4,5kA per alimentazione luci interne locale di controllo;
- Interruttore automatico 2x16A - differenziale 0,5A, luci esterne Provinciale Barraggi, PI 4,5kA;
- Interruttore automatico 2x16A - differenziale 0,5A, luci esterne;
- Interruttore automatico 4x16A - quadro differenziale 0,5A, quadro prese interne trifasi e monofasi;
- Interruttore automatico 4x16A - differenziale 0,5A, quadro prese esterne trifasi e monofasi;
- Interruttore automatico 2x10A - Alimentazione gruppo di conversione ca/cc con batterie 80Ah-24V uscite su pannello per vari ausiliari posti nel locale controllo.
- Sul fronte quadro saranno installati Wattmetri q quadrante analogico 0/500V con

commutatore voltmetrico 0/100V.

### *Quadro Paratoie*

Il quadro sarà in lamiera verniciata con polveri epossidiche, tipo a parete con porta di chiusura in vetro e chiusura a chiave.

Sarà suddiviso in due sezioni:

1) Sezione potenza che conterrà:

- Sezionatore generale 4x100A
- interruttore 4x25A - 15kA - sgrigliatore
- interruttore 4x10A - 15kA - paratoia Fiat-Pallone
- interruttore 4x10A -15kA - paratoia di intercettazione
- interruttore 4x6,3A / 4x10A - 15kA - PI 28kA pompe olio
- interruttore 4x10A - 15kA - centrale oleodinamica
- gruppo misure

2) Sezione controllo che conterrà:

- PLC per il controllo delle paratoie e di interfaccia con il PLC in centrale, come indicato al punto 11.1

Tutte le apparecchiature dovranno riportare apposite etichette con il numero identificativo dato da schemi; lo stesso dicasi per i morsetti e contatti interni quadro. Anche i cavi e i conduttori in partenza saranno identificati con targhette.

All'interno del quadro sarà costruito apposito nodo equipotenziale da collegare alle terre generali.

### *Quadro FM e Luce Centrale*

Il quadro sarà alimentato tramite gruppo di scambio ENEL/GE da apposito trasformatore trifase 50kVA - tensione primario 690V - tensione secondario 400V - trifase più neutro.

Il quadro in lamiera del tipo ad armadio, in lamiera di acciaio verniciato con polveri epossidiche, conterrà le sottoelencate apparecchiature:

- Sezionatore con fusibili da 250A tipo ritardato.
- Interruttore automatico differenziale 2x10A - 30mA PI25kA Luce-Prese locale ENEL-Contatori.
- Interruttore automatico differenziale 2x10A - 30mA PI25kA Luce-Prese locale G.E.
- Interruttore automatico 4x63A - regolabile 25kA Alimentazione quadro controllo
- Interruttore automatico differenziale 2x25A - 30mA PI25kA Alimentazione quadretto uffici
- Interruttore automatico differenziale 2x16 - 30mA PI25kA Luci interne centrale
- Interruttore automatico differenziale 2x16A - 30mA PI25kA Luci esterne comando

con relè crepuscolare

- Interruttore automatico differenziale 2x10A - 30mA PI25kA lampade autonome
- Interruttore automatico differenziale 4x32A - 30mA PI25kA Prese di centrale
- Interruttore automatico differenziale 4x32A - 30mA PI25kA Prese esterne
- Interruttore automatico 3x40A PI25kA
- N°3 interruttori automatici differenziali 2x25/16A Riserva
- Amperometro 0/100A con commutatore amperometrico
- Voltmetro con commutatore voltmetrico

Il quadro sarà dotato di morsettiera, tutti i circuiti saranno identificati con apposite targhette.

Il quadro avrà grado di protezione IP44. Sarà dotato di porte di chiusura in vetro e serratura a chiave.

#### *Quadro Sevizi e controllo centrale*

Il quadro in lamiera di acciaio verniciato, tipo ad armadio sarà disposto su tre pannelli, separati, uno di potenza, uno di controllo e uno di sistemi di controllo. Avrà grado di protezione IP44 e sarà completo di porte in vetri e chiusura a chiave e conterrà:

- Interruttore generale 4x125A - 15kA
- N°3 trasformatori amperometrici 100/5 - commutatore amperometrico , voltmetrico 0/500A protetto da fusibili.
- N°4 salvamotori reg. 2.5/4A 25kVA con singolo differenziale 30mA completo di contattore di comando-protezione e comando ventilatori di aerazione.
- N°2 salvamotori reg. 4/6.3A protezione differenziale 0.5A a protezione pompe centrali oleodinamica.
- N°1 salvamotore 6.3A reg. - 25kA a protezione pompa - contattore di comando4P
- N°1 salvamotore 4/6.3A differenziale 500mA PI25kA Pompa di aggottaggio con contattore di comando.
- N°1 salvamotore 2.5/4A differenziale 500mA PI15kA Pompe supporto olio-turbina
- N°1 salvamotore 4/6.3A differenziale 30mA PI25kA Pompa acqua di raffreddamento a protezione ventilatori tangenziali trasformatori.
- N°1 Sezionatore con fusibili 2x20A a protezione centrale
- N°2 Sezionatori con fusibili 2x20A a protezione motori interruttori di bassa e media tensione.
- N°1 Interruttore automatico 4x10A - PI25kA con scaricatori di tensione a protezione alimentatori DC
- N°1 Interruttore automatico 2x16A a protezione carica batterie
- N° 1 Interruttore automatico 2x16A PI25kA

Sul pannello controllo e comando saranno posati il PLC e tutte le varie segnalazioni di co-

mando tra i vari componenti interessati all'automazione.

Sul pannello di protezione e segnalazione saranno posati tutti i relè di protezione dell'impianto con i vari organi di segnalazione e comando.

#### 78.8.5 Quadro Distribuzione "Power Center"

All'interno della centrale sarà installato un quadro che permetta di realizzare il parallelo del generatore di energia elettrica accoppiato alla turbina idraulica alla rete ENEL, e il sezionamento verso il trasformatore e verso il trasformatore di servizio.

#### *Strumenti di Misura*

E' prevista la posa di singoli apparecchi di misura e segnalazione, per una maggiore identificazione delle stesse è prevista la visualizzazione delle potenze e degli allarmi anche su Touch Screen di controllo e gestione generale.

La sezione del quadro destinata al comando e controllo di tutti i parametri delle apparecchiature coinvolte nel processo di automazione e controllo sono in seguito specificati.

#### 78.8.6 Prove e Collaudi

Le prove di cui al presente capitolo si intendono suddivise nelle seguenti categorie:

- prove di accettazione
- prove di tipo
- prove in sito

Le prove di accettazione dovranno essere eseguite sul quadro completamente montato presso l'officina del Costruttore.

Le indicazioni generali relative alle prove sono contenute paragrafo 1.5.

#### *Documenti e Norme di Riferimento*

Dovranno essere realizzate le prove indicate dalle varie Norme CEI ed IEC applicabili ed in particolare dalle norme citate precedentemente.

#### *Prove di Accettazione*

a) Componenti. Sui singoli componenti costituenti il quadro, qualora non a marchio IMQ, dovranno essere eseguite, da parte dell'Appaltatore o chi per esso, prima del montaggio, le prove previste dalle relative norme.

b) Quadro. Sul quadro completamente montato saranno eseguite le prove previste dalle Norme e quelle qui di seguito riportate.

verifica a vista della rispondenza alla presente specifica

prova di tensione a frequenza d'esercizio dei circuiti principali ed ausiliari

prova di funzionamento elettromeccanico dei dispositivi di potenza ed ausiliari

controllo dei cablaggi

prove di intervento dei Relè di protezione



verifica dell'intercambiabilità delle parti estraibili ove l'intercambiabilità è richiesta  
verifica del comportamento meccanico delle parti estraibili  
verifica delle misure di protezione e della continuità elettrica del circuito di protezione.

#### *Prove di Tipo*

Per quanto riguarda le prove di tipo o speciali l'Appaltatore dovrà fornire certificati rilasciati da un laboratorio ufficiale come indicato al paragrafo 1.5

#### *Prove in Sito*

L'Appaltatore dovrà eseguire in sito, a montaggio ultimato e dopo l'esecuzione dei collegamenti, tutte le prove necessarie per verificare il corretto funzionamento delle varie apparecchiature costituenti il quadro.

In particolare saranno effettuate le seguenti prove:

controllo a vista

controllo della messa a terra delle varie apparecchiature del serraggio di tutte le connessioni di potenza ed ausiliarie

misura di isolamento delle varie apparecchiature e dei circuiti ausiliari

controllo del corretto funzionamento delle varie apparecchiature ed in particolare della commutazione automatica

taratura dei relè di protezione in funzione della corrente delle varie utenze.

### **78.9 Quadri M.T.**

Quadri di Media Tensione fino a 24kV di tipo protetto a singolo sezionamento per realizzare la cabina di ricevimento, distribuzione e trasformazione MT/BT da installare presso la centrale

La fornitura deve comprendere anche attrezzature speciali e tutto quanto, anche se non espressamente indicato nel presente Disciplinare, sia necessario a rendere la fornitura un insieme completo, funzionante ed eseguito a perfetta regola d'arte.

Specifiche generali quadri di media tensione secondaria 15 kV.

Ogni quadro dovrà essere completo e pronto al funzionamento entro i seguenti limiti meccanici ed elettrici:

Lamiere di chiusura laterali e per chiusura passaggio cavi comprese;

Attacchi per collegamento cavi di potenza compresi; cavi e terminali esclusi;

Morsetteria per collegamento cavi ausiliari esterni compresa; cavi e capicorda esclusi;

#### **78.9.1 Caratteristiche Costruttive**

##### *Struttura del Quadro*

Il quadro dovrà essere formato da unità di tipo normalizzato affiancate, ognuna costituita da celle componibili e standardizzate.

Il quadro dovrà essere realizzato in esecuzione protetta adatto per installazione all'interno in accordo alla normativa CEI/IEC

La struttura portante dovrà essere realizzata con lamiera d'acciaio di spessore non inferiore a 2 mm.

Gli accoppiamenti meccanici tra le unità saranno realizzati a mezzo bulloni mentre sulla base della struttura portante dovranno essere previsti i fori per il fissaggio al pavimento, di ogni unità

L'involucro metallico di ogni unità dovrà comprendere:

due aperture laterali in cella sbarre per il passaggio delle sbarre principali

un pannello superiore di chiusura della cella sbarre smontabile dall'esterno fissato con viti

una porta o un pannello frontale di accesso alla cella apparecchiature.

Tale porta o pannello, dovrà essere interbloccata con le apparecchiature interne come previsto nella descrizione delle varie unità.

Dovrà anche essere previsto un oblò di ispezione della cella linea.

Due ganci di dimensioni adeguate per il sollevamento di ciascuna unità.

Le pareti posteriore e laterali di ciascuna unità saranno fisse, pertanto potranno essere rivettate od imbullonate. In quest'ultimo caso dovranno essere smontabili solo dall'interno.

Il grado di protezione dell'involucro esterno dovrà essere IP30 (IP2XC norme IEC).

Le unità dovranno essere realizzate in modo da permettere eventuali futuri ampliamenti sui lati del quadro. A tale proposito il quadro dovrà essere chiuso sui lati con pannelli di lamiera facilmente asportabili mediante l'utilizzo di un attrezzo. Inoltre, sui lati tra due unità contigue dovrà essere prevista una lamiera di separazione.

Ciascuna unità sarà costituita dalle celle descritte nei paragrafi successivi.

#### *Cella Apparecchiature M.T.*

La cella apparecchiature MT dovrà essere sistemata nella parte inferiore frontale della unità con accessibilità tramite porta incernierata o pannello asportabile e messa a terra.

La cella, in base alle diverse funzioni, potrà contenere:

Interruttore in SF6 tipo SF1 o SFset, montato su carrello, in esecuzione asportabile, connesso al circuito principale con giunzioni flessibili imbullonate e completo di blocchi e accessori.

Interruttore di manovra-sezionatore (IMS) o sezionatore in SF6.

Sezionatore tripolare di terra.

Fusibili di media tensione tipo FUSARC.

Terna di derivatori capacitivi, installati in corrispondenza dei terminali cavi.

Attacchi per l'allacciamento dei cavi di potenza.

Trasformatori di misura tipo TA-TV conformi alla DK5600

Canalina riporto circuiti ausiliari in eventuale cella B.T.

Comando e leverismi dei sezionatori

Sbarra di messa a terra

#### *Cella Sbarre*

La cella sbarre dovrà essere ubicata nella parte superiore della unità e dovrà contenere, montato sulla parte superiore del sezionatore rotativo, il sistema di sbarre principali in rame elettrolitico.

Le sbarre dovranno attraversare le unità senza interposizione di diaframmi intermedi, in modo da costituire un condotto continuo.

Al fine di garantire al personale le necessarie condizioni di sicurezza, la cella sbarre dovrà essere separata dalla cella apparecchiature MT tramite l'interposizione del sezionatore o dell'interruttore di manovra-sezionatore isolati in SF<sub>6</sub>.

Con la porta della cella apparecchiature, dovrà essere assicurato il grado di protezione IP20 verso la cella sbarre e verso le unità adiacenti.

#### *Cella Strumenti e Cella Circuiti di Bassa Tensione*

L'eventuale cella strumenti dovrà essere posizionata sulla parte superiore frontale della unità, sopra la cella utenza e terminali cavi e dovrà essere corredata di una portella incernierata, con chiavistelli o serratura a chiave e dovrà poter contenere:

Morsettiere per l'allacciamento dei cavetti ausiliari provenienti dall'esterno.

Tutte le apparecchiature di comando, segnalazione e misura contrassegnate con opportune targhette indicatrici.

In caso di necessità dovrà essere possibile montare un vano supplementare sopra la cella sbarre.

#### *Sbarre Principali e Conessioni*

Le sbarre principali e le derivazioni, dovranno essere realizzate in tondo di rame. Il sistema di sbarre dovrà essere dimensionato per sopportare le correnti di corto circuito, (limite termico per 1 secondo/dinamico di cresta) dell'impianto.

#### *Materiali Isolanti*

Dovranno garantire la resistenza all'inquinamento ed all'invecchiamento.

Tutti i materiali isolanti impiegati nella costruzione del quadro dovranno essere di tipo autoestinguento ed inoltre dovranno essere scelti con particolare riguardo alle caratteristiche di resistenza alla scarica superficiale ed alla traccia.

#### *Impianto di Terra*

L'impianto di terra principale di ciascuna unità dovrà essere realizzato con piatto di rame di sezione non inferiore a 125 mm<sup>2</sup> al quale saranno collegati con conduttori o sbarre di rame i morsetti di terra dei vari apparecchi, i dispositivi di manovra ed i supporti dei terminali dei cavi. In prossimità di tali supporti sarà previsto un bullone destinato alla messa a terra delle

schermature dei cavi stessi.

La sbarra di terra di rame dovrà essere di sezione non inferiore a 125 mm<sup>2</sup> e dovrà essere predisposta al collegamento all'impianto di messa a terra della cabina.

#### *Interblocchi*

Le unità dovranno essere dotate di tutti gli interblocchi necessari per prevenire errate manovre che potrebbero compromettere oltre che l'efficienza e l'affidabilità delle apparecchiature, la sicurezza del personale addetto all'esercizio dell'impianto.

In particolare dovranno essere previsti almeno i seguenti interblocchi:

1. blocco a chiave tra l'interruttore e il sezionatore di linea, l'apertura del sezionatore di linea sarà subordinata all'apertura dell'interruttore
2. blocco meccanico tra sezionatore di linea e sezionatore di terra. La chiusura del sezionatore di terra sarà subordinata all'apertura del sezionatore di linea
3. blocco meccanico tra il sezionatore di terra e la portella di accesso. Sarà possibile aprire la porta solo a sezionatore di terra chiuso.

#### *Verniciatura*

Tutta la struttura metallica delle unità salvo le parti in lamiera zincate a caldo dovrà essere opportunamente trattata e verniciata in modo da offrire una ottima resistenza alla usura.

Il ciclo di verniciatura dovrà essere in accordo con quanto prescritto al paragrafo 1.3:

#### 78.9.2 Apparecchiature Ausiliarie ed Accessori

Il quadro dovrà essere completo di tutti gli apparecchi di comando e segnalazione indicati e necessari per renderlo pronto al funzionamento.

Sul fronte di ciascuna unità dovranno essere presenti i seguenti cartelli:

- a) Targa indicante il nome del costruttore, il tipo dell'unità l'anno di fabbricazione, la tensione nominale, la corrente nominale e la corrente di breve durata nominale.
- b) Schema sinottico
- c) Indicazioni del senso delle manovre
- d) Targa monitoria

#### 78.9.3 Cavetteria e Circuiti Ausiliari

Tutti i circuiti ausiliari saranno realizzati con conduttori flessibili in rame, isolati in PVC non propagante l'incendio, del tipo N07V-K e di sezione minima 1,5 mm<sup>2</sup> (escluso interruttore per cui e' ammessa una sezione di 1 mm<sup>2</sup> per propri circuiti ausiliari).

Tutti i circuiti ausiliari che attraversino le zone di media tensione, dovranno essere protetti con canaline metalliche o tubi flessibili con anima metallica.

I conduttori dei circuiti ausiliari, in corrispondenza delle apparecchiature e delle morsettiere saranno opportunamente contrassegnati come da schema funzionale.

Ciascuna parte terminale dei conduttori dovrà essere provvista di adatti terminalini opportu-

namente isolati.

Tutti i conduttori dei circuiti ausiliari relativi alle apparecchiature contenute nell'unità dovranno essere attestati a morsettiere componibili numerate.

Il supporto isolante dei morsetti dovrà essere in materiale autoestinguente non igroscopico.

Il serraggio dei terminali nel morsetto, dovrà essere del tipo a vite per il collegamento lato cliente e del tipo Faston allo interno della cella.

Le morsettiere destinate ai collegamenti con cavi esterni al quadro dovranno essere proporzionate per consentire il fissaggio di un solo conduttore a ciascun morsetto.

#### 78.9.4 Isolatori

Gli isolatori portanti per il sostegno delle sbarre principali e di derivazione dovranno essere in materiale organico per tensione nominale fino a 24 KV.

#### 78.9.5 Apparecchiature

Le apparecchiature principali montate nel quadro dovranno essere adeguate alle caratteristiche di progetto indicate nella specifica generale e dovranno rispondere alle seguenti prescrizioni particolari.

##### *Interruttori*

Gli interruttori dovranno essere del tipo ad interruzione in esafluoruro di zolfo con polo in pressione secondo il concetto di "sistema sigillato a vita" in accordo alla normativa IEC 56 allegato EE.

La pressione interna dell'SF6 dovrà essere  $\leq 0,5$  bar.

Tutti gli interruttori di uguale portata e pari caratteristiche dovranno essere fra loro intercambiabili.

Gli interruttori dovranno essere predisposti per ricevere l'interblocco previsto al punto 2.8, inoltre potranno essere dotati dei seguenti accessori

comando a motore carica molle

comando manuale carica molle

sganciatore di apertura

sganciatore di chiusura

sganciatore di minima tensione

contamanovre meccanico

contatti ausiliari per la segnalazione di aperto - chiuso dell'interruttore

Il comando meccanico dell'interruttore dovrà essere garantito dal costruttore per 10.000 manovre (apparecchi non aderenti a quanto richiesto non saranno accettati).

Manutenzione ordinaria di lubrificazione del comando e' consigliata dopo 5000 manovre o comunque ogni 5 anni.

Il comando degli interruttori dovrà essere del tipo ad energia accumulata a mezzo molle di

chiusura precaricate tramite motore, ed in caso di emergenza con manovra manuale.

Le manovre di chiusura ed apertura dovranno essere indipendenti dall'operatore.

Il comando dovrà essere a sgancio libero assicurando l'apertura dei contatti principali anche se l'ordine di apertura viene dato dopo l'inizio di una manovra di chiusura, secondo le norme CEI 17-1 e IEC 56.

Il gas impiegato dovrà essere conforme alle norme IEC 376 e norme CEI 10-7

#### *Interruttore di Manovra-Sezionatore (ImS) - Sezionatore*

Entrambe le apparecchiature dovranno avere le seguenti caratteristiche:

Doppio sezionamento

Essere contenute in un involucro "sigillato a vita (IEC 56 allegato EE) " di resina epossidica riempito di SF<sub>6</sub> ad una pressione relativa non superiore a 0.4 Bar.

Tale involucro dovrà possedere un punto a rottura prestabilita per far defluire verso l'esterno le eventuali sovrappressioni che si manifestassero all'interno dello stesso .

Le sovrappressioni dovranno essere evacuate verso il retro del quadro senza provocare alcun pericolo per le persone.

Dovrà essere a tre posizioni:

Chiuso sulla linea

Aperto

Messo a terra

Il potere di chiusura della messa a terra dell'IMS sarà uguale a 2.5 volte la corrente nominale ammissibile di breve durata.

Dovrà essere possibile verificare visivamente la posizione dell'IMS o sezionatore a vuoto conformemente al DPR 547 del 1955 tramite un apposito oblò

Il comando dovrà essere predisposto per ricevere sia la motorizzazione che eventuali blocchi a chiave.

L'uso dell'IMS sarà normalmente utilizzato nelle unità prive di interruttore mentre il sezionatore di manovra a vuoto sarà utilizzato sia da solo che in presenza di interruttore.

I comandi dei sezionatori dovranno essere posizionati sul fronte dell'unità. Gli apparecchi dovranno essere azionabili mediante una leva asportabile. Il senso di movimento per l'esecuzione delle manovre sarà conforme alle norme CEI 16-5 inoltre le manovre si dovranno effettuare applicando all'estremità degli apparecchi un momento non superiore ai 200 Nm.

Entrambi gli apparecchi saranno predisposti per i blocchi descritti ai punti 1), 2) e 3) del paragrafo INTERBLOCCHI. Nel caso di unità con fusibili o interruttore dovrà essere previsto un secondo sezionatore di terra. La manovra dei due sezionatori dovrà essere simultanea.

#### *Trasformatori di Corrente e di Tensione*

I trasformatori di corrente e di tensione dovranno avere prestazioni e classe di precisione indi-

cati nella descrizione delle unità. I TA in particolare, potranno essere dimensionati per sopportare le correnti di corto circuito, (limite termico/dinamico) dell'impianto.

I trasformatori di corrente e di tensione, dovranno avere isolamento in resina epossidica, essere adatti per installazione fissa all'interno delle unità ed essere esenti da scariche parziali.

#### 78.9.6 Prove e Collaudi

##### *Generalità*

Le prove di cui al presente capitolo si intendono suddivise nelle seguenti categorie:

prove di accettazione

prove di tipo

prove in sito

Le prove di accettazione dovranno essere eseguite sul quadro completamente montato presso l'officina del Costruttore.

Dovranno essere realizzate le prove indicate dalle varie Norme CEI ed IEC applicabili ed in particolare dalle norme citate precedentemente.

##### PROVE ACCETTAZIONE

a) Componenti. Prima del montaggio sul quadro, dovranno essere eseguite le prove di accettazione previste dalle Norme.

In particolare verranno provati i materiali e le apparecchiature qui di seguito elencate, qualora non a marchio IMQ:

interruttori di manovra-sezionatori

strumenti di misura e segnalazione

materiali isolanti

relè ausiliari

b) Quadri. Sul quadro saranno eseguite le prove di accettazione previste dalle Norme e/o qui di seguito elencate:

controllo a vista

prove di tensione a frequenza di esercizio a secco

prove di tensione sui circuiti ausiliari

prove di funzionamento meccanico

prove dei dispositivi ausiliari

verifica del cablaggio

##### PROVE DI TIPO

Per quanto riguarda le prove di tipo o speciali l'Appaltatore dovrà fornire certificati rilasciati da un laboratorio ufficiale come indicato al paragrafo 1.5.

### *Prove in Sito*

L'Appaltatore dovrà eseguire in sito, a montaggio ultimato e dopo l'esecuzione dei collegamenti con il campo, tutte le prove necessarie per verificare l'esatto collegamento tra le varie apparecchiature ed il loro corretto funzionamento.

In particolare saranno effettuate in sito le seguenti prove:

controllo a vista

controllo di messa a terra del quadro

misura d'isolamento delle apparecchiature e dei circuiti ausiliari in c.a. e in c.c.

Alla messa in servizio del quadro verranno effettuati i seguenti controlli:

verifica della corretta indicazione della strumentazione

verifica del corretto funzionamento delle protezioni

verifica del corretto funzionamento dei comandi manuali e automatici, degli interblocchi, delle segnalazioni e degli allarmi.

## **78.10 Trasformatore**

Trasformatore in resina epossidica da 1600 kVA - 690/15 kV. Il trasformatore sarà fornito completo di box di segregazione IP31.

Sarà inoltre dotato di n° 3 termosonde PT100 sul nucleo, che comanderanno la centralina termometrica di controllo la cui installazione è prevista a bordo del quadro Power Center

La fornitura deve comprendere anche, attrezzature speciali e tutto quanto, anche se non espressamente indicato nel presente Disciplinare, sia necessario a rendere la fornitura un insieme completo, funzionante ed eseguito a perfetta regola d'arte.

Il trasformatore dovrà essere completo e pronto al funzionamento entro i seguenti limiti meccanici ed elettrici:

4 rulli di scorrimento orientabili

4 golfari di sollevamento

ganci di traino sul carrello

2 morsetti di messa a terra

targa delle caratteristiche

barre di collegamento MT con piastrina di raccordo

morsettiera di regolazione lato MT

1 set di terminali a piastra lato BT

certificato di collaudo.

### **78.10.1 Caratteristiche Costruttive**

#### *Circuito Magnetico*

Sarà realizzato in lamierino magnetico a cristalli orientati isolati in carlite e sarà protetto dalla



corrosione mediante una speciale vernice isolante.

#### *Avvolgimento BT*

Costruito in banda d'alluminio isolata con un interstrato di classe F, esso sarà del tipo inglobato in resina.

#### *Avvolgimento M.T.*

Costruito in filo, piattina o banda d'alluminio esso sarà inglobato e colato sottovuoto con un sistema di inglobamento epossidico ignifugo costituito da:

Resina epossidica

Indurente anidro con flessibilizzante

Carica ignifuga.

La carica ignifuga sarà intimamente amalgamata alla resina e all'indurente. Sarà composta da allumina triidrata sotto forma di polvere. Il sistema di inglobamento sarà in classe F.

#### *Collegamenti MT*

I collegamenti MT dovranno essere previsti dall'alto sulle piastrine terminali delle barre di collegamento dell'avvolgimento MT con un capocorda avente un foro diametro 13 mm per permettere un accoppiamento a mezzo di bullone M12.

#### *Collegamento BT*

I collegamenti BT dovranno essere previsti dall'alto su delle piastre terminali muniti di fori diametro 13 mm, che si troveranno nella parte alta dell'avvolgimento sul lato opposto ai collegamenti MT.

#### *Prese di Regolazione MT*

Le prese di regolazione realizzate sull'avvolgimento primario per adattare il trasformatore al valore reale della tensione di alimentazione, saranno realizzate con barrette da manovrare a trasformatore disinserito.

#### *Comportamento al Fuoco*

Il trasformatore dovrà essere di classe F1 come definito dall'articolo B3 allegato B del documento HD 464 S1:1988/pr AM B:1990.

Più precisamente la classe F1 dovrà garantire la completa autoestinguenza del trasformatore.

A tal riguardo il costruttore dovrà produrre un certificato di prova rilasciato da un Laboratorio Ufficiale relativo a un trasformatore di sua fabbricazione avente la stessa configurazione.

Questa prova dovrà essere stata fatta secondo l'allegato 2C del documento HD 464 S1:1988/pr AC:1991.

#### *Classe Ambientale e Climatica*

Questo trasformatore sarà di classe E2 per l'ambiente e di classe C2 per il clima.

Più precisamente la classe E2 dovrà garantire l'idoneità della macchina a funzionare in am-

biente con presenza di inquinamento industriale ed elevata presenza di condensa, mentre la classe C2 garantirà l'idoneità del trasformatore ad essere stoccato e a funzionare con temperature fino a -25 °C.

A tal riguardo il costruttore dovrà produrre i certificati di prova rilasciati da Laboratori Ufficiali relativi a un trasformatore di sua fabbricazione avente la stessa configurazione.

#### 78.10.2 Apparecchiature Ausiliarie ed Accessori

##### *Protezione Termica*

Questo trasformatore sarà equipaggiato di un sistema di protezione termica comprendente:

N 3 termoresistenze Pt 100 nell'avvolgimento BT

N 1 termoresistenza Pt 100 nel nucleo magnetico

N 1 cassetta di centralizzazione contenente i morsetti delle suddette termoresistenze, posta sulla parte superiore del nucleo

N 1 centralina termometrica digitale a 4 sonde prevista con:

Visualizzazione della temperatura delle tre fasi e del neutro determinazione del 'set point' di allarme e sgancio predisposizione per il controllo automatico dei ventilatori di raffreddamento tensione di alimentazione universale AC/DC.

Ventilatori tangenziali di raffreddamento montati a bordo macchina - peso 4080kg con box di dimensioni L.2250mm P.1350mm H 2400mm

##### *Armadio di Protezione*

Il trasformatore sarà fornito con armadio metallico non smontabile con grado di protezione IP31 (escluso il fondo IP20) previsto per l'installazione interna nella seguente esecuzione:

Protezione anticorrosiva nella tinta standard del costruttore

Golfari di sollevamento

N 1 pannello imbullonato lato MT per accesso ai terminali MT ed alle prese di regolazione

Predisposizione sul pannello imbullonato per il montaggio di una serratura di sicurezza

Due piastre in alluminio sul tetto dell'armadio per il passaggio dei cavi.

#### 78.10.3 Prove e Collaudi

##### *Generalità*

Le prove di cui al presente capitolo si intendono suddivise nelle seguenti categorie:

prove di accettazione

prove di tipo e speciali

prove in sito

Le prove di accettazione dovranno essere eseguite sul trasformatore completamente montato presso l'officina del Costruttore.

Le indicazioni generali relative alle prove sono contenute paragrafo 1.5

#### *Documenti e Norme di Riferimento*

Dovranno essere realizzate le prove indicate dalle varie Norme CEI ed IEC applicabili ed in particolare dalle norme citate precedentemente.

#### *Prove di Accettazione*

Su tutti i trasformatori oggetto della fornitura saranno effettuate le seguenti prove di accettazione, con le modalità previste dalle Norme:

- a) misura della resistenza elettrica degli avvolgimenti
- b) misura del rapporto di trasformazione e controllo delle polarità e dei collegamenti
- c) misura della tensione di corto circuito, della impedenza di corto circuito e delle perdite a carico
- d) misure delle perdite e della corrente a vuoto
- e) prove di isolamento con tensione applicata e tensione indotta
- f) misura delle scariche parziali
- g) misura del livello di pressione acustica

#### *Prove Di Tipo e Speciali*

Per quanto riguarda le prove di tipo o speciali l'Appaltatore dovrà fornire certificati rilasciati da un laboratorio ufficiale.

Inoltre su un trasformatore per tipo dovranno essere effettuate le seguenti prove:

prova di riscaldamento

misura del rumore

prove ad impulso

#### *Prove in Sito*

Ad installazione ultimata, l'Appaltatore dovrà effettuare le seguenti prove in sito:

a) verifica visiva delle connessioni

b) prova d'isolamento

misura della resistenza del collegamento di terra .

### 78.10.4 Prove Elettriche

#### *Prove di Accettazione*

Queste prove saranno eseguite su tutti i trasformatori alla fine della loro fabbricazione e permetteranno l'emissione del certificato di collaudo per ogni unità:

misura della resistenza degli avvolgimenti

misura del rapporto di trasformazione e controllo della polarità e dei collegamenti

misura della tensione di corto circuito (presa principale) e delle perdite dovute al carico

misura delle perdite e della corrente a vuoto  
prove di isolamento con tensione applicata  
prove di isolamento con tensione indotta  
misura delle scariche parziali.

Per la misura delle scariche parziali, il criterio di accettazione sarà:

scariche parziali inferiori o uguali a 10pC a 1,1Um. Se  $U_m > 1,25$  allora i 10pC saranno garantiti a 1,375Um.

(Tutte queste prove sono definite nel documento d'armonizzazione CENELEC HD 464 S1:1988, la norma IEC 726 e le norme 76-1 a 76-5).

#### *Prove di Tipo o Speciali*

Queste prove potranno essere richieste in opzione e saranno oggetto di un accordo specifico con il costruttore:

prova di riscaldamento col metodo del carico simulato in accordo alle norme IEC 726

prova ad impulso atmosferico

prova di tenuta al corto circuito

misura del livello di rumore secondo le norme IEC 551.

(Tutte queste prove sono definite sul documento d'armonizzazione CENELEC HD 464 S1:1988, la norma IEC 726 e le norme IEC 76-1 a 76-5).

### **78.11 Sistema di Comando**

Vasca di carico

quadro di comando locale;

P.L.C da installarsi nel quadro di controllo, con 128 kb di memoria e batteria di back up, 2 interfacce seriali RS 232, 1 interfaccia seriale RS 485, orologio real time, led di comunicazione dello stato della CPU, modem GSM incorporato, caricabatterie, 8 ingressi digitali, 3 uscite digitali, 2 ingressi analogici;

schede di espansione da 16 ingressi digitali ciascuna;

schede di espansione da 8 uscite digitali ;

schede di espansione da 4 ingressi analogici ciascuna;

schede di espansione da 2 uscite analogiche ciascuna;

cestello per l'alloggiamento delle schede d'espansione;

terminale esterno collegato tramite cavo a porta RS232 per la visualizzazione di 1024 pagine e 128 variabili per pagina con schermo LCD retroilluminato a colori, risoluzione 640x450, 30 righe x 50 caratteri, dimensioni 405x260x65

Centrale

Quadro periferico a bordo turbina:

il quadro raccoglierà tutti i dati e segnali di campo ( termocoppie-termoresistenze-fine corsa-prossimità-livelli-ecc.) in schede predisposte e li trasporterà via BUS alla centrale di controllo sull'apposito quadro di controllo centrale

quadro di comando locale;

P.L.C da installarsi nel quadro di controllo, con 128 kb di memoria e batteria di back up, 2 interfacce seriali RS 232, 1 interfaccia seriale RS 485, orologio real time, led di comunicazione dello stato della CPU, modem GSM incorporato, caricabatterie

schede da 32 ingressi digitali

schede da 32 uscite digitali

scheda per il conteggio-contatore

schede da 16 ingressi analogici

scheda di comunicazione - rack porta schede

scheda di espansione da 8 uscite analogiche ;

cestello per l'alloggiamento delle schede d'espansione;

terminale esterno collegato tramite cavo a porta RS232 per la visualizzazione di 1024 pagine e 128 variabili per pagina con schermo LCD retroilluminato a colori, risoluzione 640x450, 30 righe x 50 caratteri, dimensioni 405x260x65.

PC touch-screen da posizionare sul quadro con possibilità di visualizzazione/comandi, protezione allarmi , misure dei componenti di centrale e vasca di carico.

### *Supervisione*

- Il PC di supervisione legge le informazioni di stato, misure, malfunzionamento di tutti i componenti controllati.
- Visualizza le informazioni e le archivia
- Sinottico grafico

I PLC saranno fisicamente posizionati all'interno del quadro di comando.

La fornitura deve comprendere anche attrezzature speciali e tutto quanto, anche se non espressamente indicato nel presente Disciplinare, sia necessario a rendere la fornitura un insieme completo, funzionante ed eseguito a perfetta regola d'arte.

Dovrà essere inoltre fornito il software di programmazione per i PLC, senza limitazione di unità installabili, così come dovrà essere fornito il software di supervisione e controllo senza limitazione di variabili.

La selezione della modalità di funzione sarà effettuata a mezzo di appositi commutatori a due posizioni "Locale - Remoto" e "Automatico - Manuale" con logiche di interblocco. Sarà previsto un unico commutatore "Locale - Remoto" per ogni presa mentre sarà previsto un commutatore "Locale - Escluso - Remoto" per ogni equipaggiamento dotato di comando in automatico.

### *Trattamento dei Segnali Analogici e Digitali*

L'Appaltatore dovrà considerare che tutti i segnali indistintamente (misure, stati, allarmi) di tutti gli equipaggiamenti e quadri, dovranno essere collegati al PLC.

### *PLC*

Il controllore dovrà poter integrare almeno:

2 porte seriali RS 232, in modo da consentire la comunicazione su standard Modbus/Jbus; verso stampanti, terminali, modem Hayes compatibili (velocità 300÷115.000 Bd);

1 porta seriale RS 485, per consentire la connessione dei diversi PLC in rete locale, anche mediante fibra ottica;

1 modem PSTN/LL (V21, V22, V22 bis, V23, V23r);

1 modem LL (V21, V22, V22 bis, V23, V23r) multipoint fino a 10 stazioni;

128 kb di memoria di configurazione, modificabili anche a distanza;

128 kb di RAM espandibili almeno fino a 640 kb, come archivio dati,

256 registri interni a 16 bit;

2048 registri digitali interni ;

256 contatori interni a 16 bit;

32 contatori a 32 bit;

256 temporizzatori a 3 basi di tempo;

6144 registri di memorizzazione.

Le componenti Hardware costituenti i PLC veri e propri (CPU, controller, bus di comunicazione etc.) dovranno essere identiche per tutti e tre i PLC mentre può variare il numero di schede che gestiscono i segnali in ingresso ed uscita.

Queste schede a loro volta dovranno essere rigorosamente identiche per ogni tipologia di segnale ed intercambiabili.

Il numero dei segnali (I/O) per ogni PLC dovrà essere valutato dall'Appaltatore in base alle informazioni contenute in questa specifica e nei disegni allegati.

Nella valutazione del numero di segnali si dovrà considerare che tutti indistintamente i segnali in ingresso dovranno essere collegati al PLC anche quando non siano utilizzati dallo stesso, per permettere l'interfacciamento col sistema di acquisizione dati.

Il numero delle riserve armate per ogni tipo di segnale dovrà essere uguale o superiore al 25 % dei segnali collegati al termine del collaudo dell'impianto e comunque non potrà essere inferiore a 3.

Il rack su cui sono installate le schede dovrà prevedere spazio almeno per tre ulteriori schede di ingombro standard.

### *Logiche di Automazione*

Il sistema fornito dovrà permettere lo sviluppo delle logiche di automazione e la modifica, se-

condo le esigenze che si verranno a presentare durante l'esercizio, con semplici operazioni da parte degli operatori.

Di seguito sono descritte le logiche di automazione di base. Il sistema fornito dovrà permettere lo sviluppo di dette logiche e la modifica, secondo le esigenze che si verranno a presentare durante l'esercizio, con semplici operazioni da parte degli operatori.

#### Centrale

Le logiche di controllo sono essenzialmente le logiche di controllo della turbina idraulica descritte nel paragrafo 7.4. Oltre all'avviamento, arresto e regolazione della turbina si dovrà considerare che, in caso di blocco della turbina la paratoia di regolazione presso la vasca dovrà chiudere prontamente per inibire l'ingresso di portata nella condotta forzata e permettere lo scarico della portata rifiutata dalla turbina. In caso di fuori servizio della turbina la paratoia di regolazione dovrà regolare il livello di monte e di valle in funzione dei segnali dei misuratori posti a monte e a valle.

#### Vasca di carico

Le logiche di controllo fanno essenzialmente riferimento a quanto sopra specificato per la centrale, in quanto deve essere previsto il funzionamento della valvola all'imbocco della condotta in completa dipendenza dalle regolazioni della turbina.

### 78.11.1 Caratteristiche Costruttive

#### *Generalità*

L'Appaltatore, sulla base delle caratteristiche specifiche delle apparecchiature fornite dovrà presentare al Committente per approvazione, il progetto di dettaglio del sistema di controllo e supervisione tenendo presente le indicazioni dei documenti d'Appalto.

Una valutazione di massima delle variabili che si intende correlare via PLC è mostrata nei disegni allegati. Gli schemi logici del controllo di ogni apparecchiatura dovranno essere sottoposte ad approvazione. Secondo la normale prassi di collaudo, solo durante il collaudo stesso le logiche saranno delineate in maniera definitiva. Tutte le attività collegate sono evidentemente a carico dell'Appaltatore.

Le paratoie saranno controllate con logica PID date le caratteristiche delle valvole che potranno lavorare in regolazione continua.

#### *Quadri di Comando*

Per le caratteristiche non definite in questo paragrafo si faccia riferimento alle prescrizioni per i quadri BT 400V.

In ogni sito verrà installato un quadro di comando atto al funzionamento delle paratoie, e all'acquisizione di tutti i segnali provenienti dal campo, il funzionamento avverrà tramite un PLC.

Presso la centrale il quadro dovrà inoltre interfacciarsi al PLC di comando Turbina per remotizzare gli eventuali allarmi e lo stato della macchina.

L'involucro esterno assicurerà un grado di protezione IP 50 (secondo Norme CEI 70-1) ad eccezione delle reti di tipo antiinsetto per assicurare la ventilazione.

La struttura metallica di ogni quadro sarà costituita da profilati e da lamiera ribordata in acciaio lucido decapato di almeno 2 mm di spessore. Per le lamiere che non hanno funzione portante ma solo di schermo è ammesso lo spessore di 1.5 mm.

La lavorazione delle lamiere metalliche impiegate per la chiusura della intelaiatura dovrà essere particolarmente curata, con rifiniture levigate, spianate e prive di difetti.

Gli scomparti del quadro dovranno avere porte di accesso del tipo a cerniera non in vista, dotate di maniglia con serratura a chiave.

La struttura meccanica del quadro dovrà essere tale da consentire le sottoindicate operazioni senza che si verifichino rotture o deformazioni permanenti delle medesime o avarie alle apparecchiature elettriche in essi installati:

- sollevamento tramite appositi golfari (compresi nella fornitura);
- eventuali spostamenti a mezzo rulli per la loro sistemazione nel locale di installazione.

L'accesso alle apparecchiature interne e alla morsettiera dovrà essere previsto dal fronte.

Dovrà essere inoltre possibile affiancare i quadri ad altri armadi.

L'armadio dovrà essere realizzato in modo da permettere il facile accesso alle apparecchiature per consentirne il controllo e l'agevole sostituzione.

All'interno dell'armadio dovrà essere prevista una tasca interna adatta a contenere una tabella sulla quale saranno riportati i valori di taratura del regolatore, dei temporizzatori, e delle protezioni magnetotermiche degli interruttori.

La bulloneria e le cerniere dovranno essere in acciaio inossidabile.

Il quadro e le apparecchiature in esso contenute dovranno essere convenientemente progettati e costruiti in modo che il livello medio globale di rumore non superi il valore di 65 db misurati ad una distanza di un metro.

Con ogni quadro, dovrà anche essere fornito un controtelaio di base in profilato di ferro da fissare a pavimento sul quale il quadro andrà fissato a mezzo bulloni.

a) Dispositivi di Comando e Segnalazione. Nella parte frontale del quadro saranno installati gli indicatori che dovranno essere di tipo rotondo  $\varnothing 22$ mm.

In generale saranno previsti i seguenti dispositivi:

selettore a due posizioni per ogni comando motore inserito, disinserto;

indicatore luminoso per motore in marcia;

indicatore luminoso per motore in avaria (comando diretto da PLC);

indicatori luminoso presenza tensione 400V e 230V e ausiliari.

La segnalazione luminosa dei manipolatori di comando sarà a luce piena quando la posizione del manipolatore è concorde con l'organo comandato.



Il montaggio avverrà tramite piastra frontale con ghiera di bloccaggio.

L'elemento di fissaggio dovrà permettere il montaggio su pannello di spessore 1-4mm o 3-6mm.

Sull'elemento di comando si dovranno potere installare fino a 3 elementi di contatto singoli o doppi oppure un portalampada in posizione centrale.

b) Dispositivi di Comando motori. L'alimentazione avverrà tramite apparecchiature per montaggio su guida DIN installata sulla piastra di fondo, saranno previsti per ogni partenza i seguenti organi:

Un contattore tripolare tipo  $I_e=9A$   $P_n=5,5$  kW in AC2/3,1/2 contatti ausiliari

Un salvamotore magnetotermico per correnti di regolazioni da 0,2 - 6 A

Un interruttore sezionatore con interblocco a chiave posizionato esternamente in apposita cassetta nei pressi del motore della paratoia

a) Strumenti Indicatori. Gli eventuali strumenti indicatori saranno del tipo estraibile nella parte a mosaico del quadro sinottico ed avranno le seguenti caratteristiche:

flangia 48 x 48 mm

precisione 1%

segnale ingresso 4 / 20 mA

scala 240° (nera su fondo bianco)

b) Dispositivi di allarme. Nella parte alta di ciascun quadro verranno visualizzati i vari allarmi sul pannello operatore con tacitazione locale o tramite centro di controllo.

m) Cablaggio e morsettiere. Le apparecchiature di bassa tensione saranno collegate fra di loro e con le apparecchiature elettroniche tramite conduttori di rame flessibili, dimensionati secondo la portata nominale delle apparecchiature per i circuiti di potenza e con sezione non inferiore a 1 mm<sup>2</sup> per i comandi e le segnalazioni, a 2,5 mm<sup>2</sup> per i circuiti di misura; non è ammessa comunque una densità di corrente superiore a 2,5 A/mm<sup>2</sup>.

Per le derivazioni delle tensioni ausiliarie di alimentazione dei circuiti in c.a. ed in c.c. dovranno essere previsti conduttori di sezione non inferiore a 6 mm<sup>2</sup>.

Cavi e cavetti dovranno essere di tipo non propagante l'incendio a Norme CEI 20-22.

Tutti i conduttori per circuiti di comando, segnalazione e misura dovranno essere isolati per una tensione nominale 450/750 V e forniti del marchio I.M.Q.: dovranno essere posati in apposite canaline costruite con materiale non combustibile, dimensionate con un buon margine di capienza e facilmente ispezionabili, tutte le partenze dovranno essere su morsetti separata e ben identificabile.

Il collegamento tra le apparecchiature dovrà essere realizzato mediante capicorda preisolati, pinzati, di adeguata sezione e forma.

Ciascun capocorda serve per un solo filo, il quale va contraddistinto a ciascuna estremità, in prossimità del capocorda, da segnali di riconoscimento riferiti allo schema di cablaggio.

n) Targhe In corrispondenza dei pulsanti, dei segnalatori luminosi, degli strumenti di mi-

sura, Etc., dovranno essere riportate le relative diciture.

o) PLC Ogni segnale in ingresso al PLC dovrà essere separato galvanicamente rispetto al campo.

Ogni volta che sia possibile per un segnale di controllo emesso il PLC riceverà il segnale "Comando Realizzato" ed eseguirà una verifica di congruenza.

Il Contrattista dovrà quindi predisporre tutti i contatti necessari per trasmettere al PLC i segnali menzionati.

Il PLC sarà munito di un sistema di allarme per il rilevamento di guasti nei propri circuiti (autodiagnosi). Il circuito difettoso sarà automaticamente escluso ed un adatto sistema di segnalazione faciliterà la sua locazione.

In caso di guasto nel PLC tutte le apparecchiature dovranno portarsi in una condizione di intrinseca sicurezza.

I programmi delle sequenze transitorie saranno scritte mediante sistema "EPROM" o "EEPROM" e le memorie saranno di tipo estraibile.

I programmi delle sequenze transitorie saranno scritti mediante linguaggio ad alto livello o linguaggio a blocchi funzionali.

Il PLC dovrà essere completo di tutti gli accessori necessari per cancellare e modificare i programmi tramite un personal computer portatile.

L'unità centrale dovrà essere adatta per funzioni combinatorie AND, OR e funzioni di memorizzazione, conteggio, temporizzazione, caricamento e trasferimento (calcolo con 4 operazioni base per numeri a virgola fissa), comparazione, registro, incremento e decremento e controllo con funzione di trasferimento PID (proporzionale, integrale derivativo).

L'unità centrale dovrà offrire possibilità di collegamento con calcolatori, modem, videotermini e stampanti.

Il software dedicato realizzerà le seguenti funzioni:

controllo di tutte le logiche periferiche

verifica della congruenza di tutti i segnali in arrivo ad ogni stadio elementare delle sequenze di operazione ed agli stati stabili del sistema.

verifica, attraverso un programma ciclico interno, del corretto funzionamento dell'unità di controllo (autodiagnosi)

segnalazioni a distanza in caso di anomalia nel funzionamento del PLC e/o sequenza incompleta.

Il PLC sarà progettato o costruito in modo da mantenere stabili nel tempo i parametri impostati; il tipo di raffreddamento sarà naturale.

#### *Comando Attuatori Paratoie*

Il comando delle paratoie gestito dal PLC avviene tramite l'acquisizione dei vari segnali provenienti dal campo.

I segnali del livello, installati a monte ed eventualmente a valle delle paratoie, e quello della posizione (percentuale di apertura) della paratoia vengono inviati al PLC, il quale sulla base del programma preimpostato, regolerà i segnali (4-20 mA) dell'attuatore al quale verrà collegato un cavo multipolare schermato per i due segnali analogici.

Da un secondo cavo multipolare verranno portati al PLC i segnali digitali relativi alla posizione del selettore automatico/manuale, allo scatto termico, allarme generale oltre ad altri segnali di servizio come i fine corsa e i limitatori di coppia.

In modalità standard i PLC, in base ai segnali provenienti dai trasmettitori di livello installati a monte ed eventualmente a valle delle paratoie, provvederanno all'azionamento della paratoia secondo la logica del programma impostato.

In caso di allarme proveniente dal centro di telegestione il PLC dovrà regolare le paratoie tramite un secondo programma.

Per i segnali analogici verrà impiegato un cavo multipolare (4x1.5 mm<sup>2</sup> o 6x1.5 mm<sup>2</sup>) di tipo schermato posato entro una tubazione dedicata realizzata con tubazioni in acciaio zincato con grado di protezione IP65, come è indicato negli schemi relativi. I segnali di comando ed allarme tra i PLC di centrale e vasca di carico avverranno tramite fibra ottica.

Per i segnali digitali si utilizzerà un cavo multipolare (8x1.5 mm<sup>2</sup> o 12x1.5 mm<sup>2</sup>) di tipo schermato posato entro una tubazione dedicata realizzata con tubazioni in acciaio zincato con grado di protezione IP65, come è indicato negli schemi relativi.

#### *Protezioni Contro le Sovratensioni*

Gli scaricatori dovranno essere previsti indistintamente su tutti i cavi in entrata al locale .

Tutte le apparecchiature, schede, strumenti ecc. disponibili commercialmente in versione con scaricatori incorporati dovranno essere tassativamente forniti in queste ultime versioni.

Dovranno essere previsti scaricatori di sovratensione su tutti i cavi, di potenza e controllo, in entrata al locale strumentazioni e prima dell'entrata dei cavi negli involucri degli equipaggiamenti in campo.

Questa prescrizione è valida non solo per i cavi di collegamento alle apparecchiature di questo paragrafo ma per qualunque cavo in ingresso.

Gli scaricatori sui cavi in entrata ai locali strumentazioni dovranno essere posizionati il più possibile raggruppati in apposite aree del quadri.

Come già indicato nelle prescrizioni riguardanti la rete di terra, i ferri di armatura saranno saldati tra di loro in modo da assicurare la continuità metallica e quindi collegati alla rete di terra. Questa operazione dovrà essere particolarmente curata in modo da costituire una schermatura elettromagnetica il più efficace possibile.

#### *Prove e Collaudi*

Le prove di cui al presente capitolo si intendono suddivise nelle seguenti categorie:

prove di accettazione

prove di tipo

prove in sito

Le prove di accettazione dovranno essere eseguite sugli equipaggiamenti completamente assemblati presso l'officina del Costruttore.

Le indicazioni generali relative alle prove sono contenute paragrafo 1.5

#### *Prove di Accettazione*

Su tutti gli equipaggiamenti oggetto della fornitura saranno effettuate le seguenti prove di accettazione, con le modalità previste dalle Norme:

a) Componenti. Sui singoli componenti costituenti la fornitura, qualora non a marchio IMQ, dovranno essere eseguite da parte dell'Appaltatore o chi per esso, prima del montaggio, le prove previste dalle relative Norme.

b) Quadri di comando locali

verifica a vista della rispondenza dei complessi e delle singole parti alla presente specifica  
misura della resistenza d'isolamento

prova di tensione a frequenza di esercizio dei circuiti principali ed ausiliari

prova di funzionamento elettromeccanico dei dispositivi di potenza ed ausiliari con particolare riguardo alle manovre di estrazione ed inserzione degli interruttori e degli altri componenti estraibili

controllo dei cablaggi

controllo taratura relè e strumenti;

verifica dell'intercambiabilità delle parti estraibili ove l'intercambiabilità è consentita

verifica della misura di protezione e della continuità elettrica del circuito di protezione

prove di funzionamento dei Relè ausiliari, delle segnalazioni, degli automatismi e degli allarmi.

c) PLC

controllo dei programmi del PLC

#### *Prove di Tipo*

Per quanto riguarda le prove di tipo o speciali l'Appaltatore dovrà fornire certificati rilasciati da un laboratorio ufficiale come indicato al paragrafo 1.5.

#### *Prove in Sito*

L'Appaltatore dovrà eseguire in sito, a montaggio ultimato e dopo l'esecuzione dei collegamenti, tutte le prove necessarie per verificare il corretto funzionamento delle varie apparecchiature costituenti il quadro.

In particolare saranno effettuate le seguenti prove:

controllo a vista

controllo della messa a terra delle varie apparecchiature del serraggio di tutte le connessioni di potenza ed ausiliarie

misura di isolamento delle varie apparecchiature e dei circuiti ausiliari

controllo del corretto funzionamento delle varie apparecchiature ed in particolare delle commutazioni automatiche, delle protezioni, degli strumenti misura, dei segnali elettrici e degli allarmi a distanza

taratura provvisoria dei relè di funzionamento e di protezione.

prova di funzionamento dei singoli sistemi con opportune apparecchiature di prova;

messa a punto definitiva dei valori di taratura;

controllo dei programmi del PLC in bianco;

prove di azionamento di ogni automatismo.

## **78.12 Telegestione**

### **78.12.1 Architettura del Sistema**

La predisposizione del sistema di telegestione degli impianti dei barraggi sarà composto da : due Unità Periferiche da installare una presso ciascun barraggio.

L'architettura prevista sarà con uno o più Centri di Gestione Principale che possano comunicare con una pluralità di Unità Periferiche.

Sarà così possibile richiedere le misure volute, ricevere messaggi di allarme, effettuare programmazioni orarie o modificare i parametri delle regolazioni.

Gli eventuali Centri di Gestione secondari (attualmente non previsti) dovranno potere rilevare dati per verificare ulteriormente la regolarità di funzionamento o la corretta conduzione degli impianti .

Gli allarmi ricevuti e memorizzati quando il Centro di Gestione Principale non è presidiato potranno essere ritrasmessi automaticamente al PC di un altro Centro oppure essere convertiti e trasferiti agli apparecchi telefonici degli addetti.

Sarà possibile accedere alle pagine grafiche del software di controllo utilizzando l'apposito sito WEB, che renderà quindi possibile il monitoraggio e controllo ovunque sia presente un PC e una linea telefonica (o cellulare).

La trasmissione dei dati dalla Postazione Centrale alle Unità Periferiche e viceversa, potrà essere realizzata mediante protocollo cellulare GSM..

### **78.12.2 Postazione Centrale**

La postazione centrale (non inclusa nello scopo di questa fornitura) potrà avere la funzione di monitorare e controllare lo stato dei barraggi.

Tramite delle pagine grafiche rappresentanti lo sbarramento interessato, l'operatore dovrà essere in grado di visualizzare con estrema facilità le seguenti grandezze:

1. livelli dei canali

2. posizioni delle paratoie
3. eventuali scatti termici dei motori
4. stato di carica delle batterie dei gruppi elettrogeni
5. presenza tensione di rete
6. stato gruppo generatore ausiliario
7. posizione dei selettori dei motori automatico/manuale

e, nei barraggi dove è prevista la centrale idroelettrica:

1. posizione degli interruttori significativi
2. n° di giri dell'alternatore
3. temperatura avvolgimenti motore
4. temperatura trasformatore
5. frequenza, tensione, corrente e  $\cos \phi$
6. livello di monte e di valle

In caso di allarme sarà invece il PLC locale a chiamare automaticamente il centro ripetendo l'allarme e chiedendone la tacitazione.

L'intervento dell'operatore al terminale servirà ad esempio per forzare un'apertura di una paratoia o la chiusura e, in caso di guasti o malfunzionamenti a mandare un operatore sul posto a controllare.

La Postazione Centrale dovrà essere in grado di:

- realizzare i collegamenti telefonici per la ricezione dei dati e degli allarmi, per l'invio dei comandi e delle programmazioni, oltre che per la chiamata periodica delle Unità Periferiche.
- permettere la comunicazione con il PC della Postazioni Secondarie per inviare le informazioni desiderate relative al funzionamento degli impianti
- ripetere messaggi vocali di allarme in locale e ritrasmetterli a diversi numeri telefonici con procedure programmabili.

Il programma di supervisione e controllo di processo fornito sarà in lingua italiana e dovrà permettere la gestione degli allarmi, delle misure, delle teleregolazioni e l'elaborazione grafica delle misure memorizzate.

Dalla stazione si potranno inoltre modificare le soglie di allarme, i set point e altri parametri dei regolatori locali.

I programmi dovranno essere scritti a 32 bit per ambienti operativi multitasking e multiutente, quale è Windows NT, e dovranno permettere di configurare gli ingressi, le uscite delle Unità Periferiche e le relative strategie di regolazione. Dovrà essere possibile inoltre la loro modifica successiva anche in modalità remota, avvalendosi di modem, linee seriali, reti di comunicazione o altro.

Il Software dovrà comprendere strumenti di grafica tali da permettere all'utente di realizzare gli schemi sinottici degli impianti, riportanti le indicazioni dinamiche delle misure, dei comandi e l'animazione degli oggetti; sarà inoltre in grado di utilizzare un Database per garantire la programmazione off-line delle Unità Periferiche.

I dati dovranno essere accessibili per elaborazioni con fogli elettronici standard quali Excel, Lotus e similari.

Dovrà essere possibile rappresentare graficamente l'andamento delle variabili logiche nel tempo, mediante apposite finestre oggetto, dove dovrà anche essere possibile raffrontare più variabili contemporaneamente.

Queste rappresentazioni oltre a garantire la storicizzazione delle variabili sotto controllo, dovranno anche consentire tramite ODBC l'esportazione verso un pacchetto database.

Tutti i messaggi di allarme e le operazioni effettuate dall'operatore saranno memorizzati in modo cronologico.

Il programma dovrà permettere di estendere la connessione dei PC in rete locale con struttura a file-server ad una o più workstation.

### 78.12.3 Unità Periferica

In ogni barraggio verrà installata un Unità Periferica costituita da un controllore a cui saranno riportati i segnali dei trasmettitori di livello, dei motori, degli allarmi, eccetera.

Il sistema fornito dovrà essere perfettamente compatibile con il sistema già installato recentemente in altri barraggi e dovrà essere possibilmente del medesimo fabbricante in modo da garantire un funzionamento corretto dell'intero sistema di telegestione e una riduzione della ricambistica necessaria.

Dovrà essere possibile poter comunicare con la Postazione Centrale mediante un modem GSM.

Il controllore (PLC) sarà a controllo digitale diretto (DDC) del tipo intelligente con funzionamento autonomo e liberamente programmabile, con microprocessore ad almeno 8 bit, in grado di gestire programmi in multitasking, con alimentazione 220-230 V a 50 Hz, oppure 16/48 Vcc.

Trattandosi di Controllori liberamente programmabili con appositi Software sarà possibile configurare ingressi ed uscite in funzione del tipo di strumenti collegati, definendo le modalità delle strategie di regolazione e dell'acquisizione dei dati.

Il controllore sarà equipaggiato con un terminale di visualizzazione e comando dotato di tastiera di comando e visore LCD retroilluminato a colori.

La risoluzione dovrà essere non inferiore a 640x450, 30 righe x 50 caratteri, e dovrà inoltre visualizzare 1024 pagine con un minimo di 128 variabili per pagina.

Il collegamento al PLC avverrà tramite cavo a porta RS232.

Le dimensioni saranno approssimativamente 405x260x65, il grado di protezione IP65 e l'ali-

mentazione a 24 V cc.

Il pannello sarà inoltre dotato, per la sua programmazione, di un software in ambiente Windows®.

Da questo pannello sarà possibile intervenire direttamente sul PLC tramite i tasti funzione andando a modificare i set-point, i parametri dei PID ecc.

Graficamente sarà possibile visualizzare i livelli, la posizione delle valvole e i principali stati delle apparecchiature.

Il colloquio con l'utente avverrà a mezzo di menù accessibile previa impostazione di un codice di accesso.

Una batteria tampone al litio consentirà di mantenere i dati ed i programmi in memoria per 10 anni, anche in assenza di alimentazione.

Nel caso specifico della mancanza di alimentazione di rete, l'alimentazione a batteria consentirà al controllore di avvisare la Postazione Centrale della situazione in atto e dell'avvenuta o meno inserzione del gruppo di continuità.

La presenza di tale gruppo di continuità dovrà garantire il funzionamento del controllore e del modem anche in assenza di energia elettrica per almeno 3 ore.

La batteria al litio dovrà essere mantenuta ad un adeguato livello di carica da un caricabatterie.

Gli ingressi saranno sia di tipo analogico che digitale.

Gli ingressi analogici saranno di tipo universale, selezionabili per rilevare segnali digitali oppure misure analogiche da trasmettitori 4-20 mA, 0-20 mA, 0-10 V o da sonde passive NTC.

Gli ingressi digitali permetteranno la segnalazione di stato o di allarme con conteggio di impulsi o di misure dei tempi di chiusura.

Il controllore conterrà i relè di potenza (almeno 8A a 250V) per l'attuazione delle uscite digitali (sia per regolazioni proporzionali con servocomandi a 3 fili, sia per comandi on/off).

Le uscite analogiche permetteranno regolazioni 4-20 mA, 0-20 mA, 0-10V.

Le morsettiere a vite di ingresso ed uscita saranno del tipo ad innesto.

I circuiti di alimentazione, di elaborazione dati, di ingresso, di uscita, di tastiera con visore e di espansione saranno a struttura indipendente e collegati per mezzo di connettori polarizzati multivie ad inserzione rapida, per garantire una veloce manutenzione sul campo.

L'aggregazione degli opportuni circuiti dovrà permettere la costituzione di una pluralità di configurazioni di controllori con diverse taglie di ingressi ed uscite in funzione della complessità degli impianti.

Saranno garantite le prescrizioni sulla conformità alle norme di compatibilità elettromagnetica previste per la marcatura CE.

L'involucro del controllore sarà di tipo metallico e presenterà le indicazioni luminose dello stato degli ingressi e delle uscite.



Sul frontale, appositi spazi permetteranno l'etichettatura personalizzata di ingressi e uscite.

Le Unità Periferiche saranno in grado di esplicitare le seguenti funzioni:

- chiamata automatica a seguito del superamento di soglie analogiche o interventi di allarme digitali
- impostazione di 4 soglie di allarme per ogni ingresso analogico e del tempo di ritardo per l'invio
- gestione intelligente della linea con ripetizione e sequenza della chiamata per Centro occupato; chiamata immediata con ripetizioni programmabili a tempo
- impostazione della cadenza di memorizzazione ( min. 1 minuto) dei valori degli ingressi analogici (data logger) indipendente per ogni ingresso
- utilizzazione delle capacità di memoria di registrazione di tipo dinamico con registrazioni distribuite sugli ingressi voluti
- acquisizione di misure, segnali di stato ed avaria
- ricezione dalla Postazione Centrale di valori di setpoint, programmi, orari e tabelle
- memorizzazione di programmi, logiche di regolazione e configurazione degli ingressi e delle uscite accessibili o modificabili anche da operatore locale tramite PC portatile ed apposito programma
- elaborazioni logico matematiche per il calcolo di medie, conteggi, etc.
- regolazione di qualsiasi organo degli impianti con logiche on/off, sequenziali, PID, ottimizzazione degli avviamenti e degli arresti (OSS), a punto fisso, compensazione dei valori con autoapprendimento
- orologio interno di tipo annuale con anno bisestile, programmazione dell'ora legale ed automaticamente sincronizzato ad ogni comunicazione con il PC della Postazione Centrale.
- impostazione di programmi temporali indipendenti per ciascun controllore, ognuno in grado di realizzare tre periodi di commutazione al giorno. Dovrà inoltre essere possibile programmare il funzionamento per un periodo temporale di un anno, giorni speciali ed eventi speciali

#### 78.12.4 Ingegneria ed Istruzione del Personale

Il fornitore dovrà assicurare al personale designato tutte le informazioni destinate a renderlo completamente autonomo nelle operazioni di ingegneria del sistema. A tale scopo sarà incluso nella fornitura un corso di istruzione per il personale che A.I.O.S. designerà da tenersi c/o gli uffici A.I.O.S. ed anche con dimostrazioni in sito, una volta che le apparecchiature saranno installate e funzionanti.

L'utente del sistema dovrà avere la possibilità di configurare in modo intuitivo e rapido le caratteristiche di interfacciamento degli ingressi e delle uscite delle Unità Periferiche.

Esso sarà inoltre in grado di disegnare le pagine grafiche con sinottici rappresentanti la struttura degli impianti sui quali in modo dinamico ed animato si potranno leggere i valori delle

grandezze fisiche interessate e lo stato di funzionamento delle macchine.

Dovranno essere forniti i manuali operativi in lingua italiana del Software e dell'Hardware.

Il fornitore del Sistema potrà effettuare a distanza, su richiesta dell'utente, interventi di controllo ed eventuali modifiche delle programmazioni, e stipulare dei contratti annuali di manutenzione assicurativa

#### 78.12.5 Trasmissione Dati

##### *Apparecchiature di Trasmissione*

In ogni stazione di controllo la comunicazione con il centro di assistenza e controllo verrà assicurata da un modem GSM integrato nel controllore.

Il PLC raccoglierà tutte le informazioni dal campo e le indirizzerà ad un modem che utilizzerà il protocollo cellulare GSM per ovviare alla mancanza di rete telefonica fissa.

Il software sarà in grado di attivare il modem per inviare allarmi o i dati richiesti quando interrogato dal centro.

All'inizio della comunicazione il modem invierà una stringa di codifica che permetterà alla Postazione Centrale del Centro di Gestione Principale di identificare l'Unità Periferica collegata, dopodiché inizierà la trasmissione dei dati.

I modem GSM dovranno garantire:

- comunicazione dati in modalità asincrona secondo le norme GSM 07.01, 07.02, 04.21
- supporto al sistema SMS per la trasmissione di brevi messaggi di testo
- essere conformi alle norme nazionali
- protezione IP54

#### **78.13 Impianto Luce e F.M.**

La fornitura deve comprendere anche attrezzature speciali e tutto quanto, anche se non espressamente indicato nel presente Disciplinare, sia necessario a rendere la fornitura un insieme completo, funzionante ed eseguito a perfetta regola d'arte.

In particolare il Contrattista dovrà fornire, firmata da professionista abilitato, la documentazione necessaria a soddisfare i requisiti di legge per questo tipo di impianti.

##### *Impianto di Illuminazione*

alimentazione

230 V c.a.

emergenza    Punti luce con accumulatori locali

L'illuminazione d'emergenza sarà realizzata a mezzo di unità autonome (raddrizzatore/batteria) e sarà progettata per garantire l'illuminazione minima all'interno degli edifici di controllo.

L'alimentazione dell'impianto di illuminazione sarà realizzata direttamente dal quadro di distribuzione 400 V mediante quattro partenze dedicate così suddivise:

luce normale interna

luce normale esterna

Proiettori esterni

luce emergenza

### *Prese*

Per il barraggio e per la centrale la distribuzione della forza motrice sarà composta anche da batterie di prese di servizio tipo CEE interbloccate con fusibili monofase e trifase a seconda delle utenze presenti.

Le prese saranno installate in apposite cassette con grado di protezione IP65 e rispondenti alle norme IEC 309, saranno di tipo trifasi e monofasi interbloccate con fusibili di protezione nelle quantità indicate sui disegni allegati.

## 78.13.1 Caratteristiche Costruttive e Funzionali

### *Impianto di Illuminazione Interno ed Esterno*

L'impianto di illuminazione sarà costituito da apparecchi illuminanti aventi le seguenti caratteristiche:

Tipo "A": Apparecchio con n. 2 lampade tubolari fluorescenti da 36/58 W - completo di: riflettore, reattore isolato in classe F rifasato, schermo in resina rinforzata con fibra di vetro, corpo metallico in fusione in lega di alluminio, grado di protezione IP 65 montato su guida o su apposita staffa applicata a palo metallico per installazione esterna.

Tipo "B": Apparecchio con n. 2 lampade tubolari fluorescenti da 36 W - completo di: riflettore, reattore isolato in classe F rifasato, schermo in resina rinforzata con fibra di vetro, corpo metallico in fusione in lega di alluminio, grado di protezione IP 65 montato su guida per installazione interna.

Tipo "C": Apparecchio di emergenza con le caratteristiche dell'apparecchio tipo "A" e dotato di sistema raddrizzatore batteria ad inserzione automatica di emergenza.

Tipo "D": Proiettore con n. 1 lampada a ioduri metallici da 150 W - completo di: riflettore in alluminio brillantato ed ossidato anodicamente, reattore ed accenditore isolato in classe F rifasato, vetro temperato di chiusura, corpo in fusione. Grado di protezione IP 65. Corpo con snodo orientabile, fissato su apposite staffe applicate a palo metallico di altezza minima 5-6m.

Tipo "E": Apparecchio a parete con funzione cartellonistica recante la scritta "USCITA" dotato n. 2 lampade tubolari fluorescenti - completo di: riflettore, reattore isolato in classe F rifasato, schermo in resina rinforzata con fibra di vetro, corpo metallico in fusione in lega di alluminio, grado di protezione IP 55 montato su guida e dotato di sistema raddrizzatore batteria ad inserzione automatica di emergenza.

Le luci di emergenza dovranno essere attivate solo nel caso si verificano una delle seguenti condizioni:

interruttore luce normale chiuso e mancanza di tensione sulla sbarra 400 V

interruttore luce normale scattato

Sullo stesso circuito delle luci di emergenza verrà alimentata la cartellonistica luminosa.

Ogni proiettore sarà protetto da un proprio fusibile.

L'Appaltatore dovrà sottoporre all'approvazione del Committente i corpi illuminanti da installare.

I circuiti di illuminazione saranno alimentati direttamente dai quadri di distribuzione 400 V.

L'impianto luce sarà realizzato a mezzo di tubazioni metalliche rigide (tipo conduit) e accessori metallici.

Ogni corpo illuminato sarà collegato al circuito di alimentazione tramite collegamenti realizzati all'interno delle apposite scatole di derivazione

Ogni circuito luce sarà protetto mediante interruttore automatico di tipo differenziale.

I cavi multipolari saranno costituiti dai conduttori attivi e dal neutro. Nelle tubazioni potranno essere impiegati cavetti unipolari; i cavi e i cavetti avranno le caratteristiche indicate nel paragrafo "Cavi di b.T." di queste specifiche.

Per la messa a terra, le varie apparecchiature dovranno avere internamente un attacco per il conduttore di terra.

La distribuzione delle lampade sui circuiti luce sarà tale da ottenere un carico trifase il più equilibrato possibile.

I proiettori installati all'esterno saranno montati su paletti dello stesso materiale delle recinzioni presenti nella stessa area.

I circuiti luce saranno comandati come segue:

a) Luce Normale. L'inserzione avverrà manualmente a mezzo degli stessi interruttori montati sui quadri di distribuzione 400 V per la luce normale esterna e per i proiettori.

Per la luce normale interna sarà previsto un interruttore locale.

b) Luce di Emergenza. L'inserzione avverrà automaticamente come indicato nei dati di progetto.

La esatta ubicazione e distribuzione è indicata nei disegni allegati.

#### *Impianti Prese FM di Servizio*

Sia le prese tripolari a 400 V sia quelle monofasi a 230 V saranno alimentate da medesimi circuiti provenienti dal quadro di distribuzione 400/230 V, mediante cavi multipolari con le caratteristiche precisate nell'apposito capitolo.

I circuiti prese saranno alimentati direttamente dai quadri di distribuzione 400 V.

L'impianto prese sarà realizzato a mezzo di tubazioni metalliche rigide (tipo conduit) e accessori metallici.

Ogni circuito prese sarà protetto mediante interruttore automatico di tipo differenziale.

I cavi multipolari saranno costituiti dai conduttori attivi e dal neutro. Nelle tubazioni potranno

essere impiegati cavetti unipolari; i cavi e i cavetti avranno le caratteristiche indicate nel paragrafo "Cavi di b.T." di questa specifica.

Tutte le prese dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- conformità alla Normativa UNI
- interruttore di blocco
- possibilità di inserzione ed estrazione della spina solo con interruttore in posizione "aperto"
- possibilità di chiudere l'interruttore solo con spina inserita
- coperchietto di protezione a cerniera a tenuta stagna
- spina con ghiera per bloccaggio e tenuta stagna
- fusibili a tappo sulle fasi

#### *Prove e Collaudi*

Le prove di cui al presente capitolo si intendono suddivise nelle seguenti categorie:

prove di accettazione

prove di tipo

prove in sito

Le prove di accettazione dovranno essere eseguite sugli equipaggiamenti completamente montato presso l'officina del Costruttore.

Le indicazioni generali relative alle prove sono contenute paragrafo 1.5.4.2.

#### *Prove di Accettazione*

a) Componenti. Sui singoli componenti costituenti la fornitura, qualora non a marchio IMQ, dovranno essere eseguite da parte dell'Appaltatore o chi per esso, prima del montaggio, le prove previste dalle relative Norme.

a) Apparecchiature. Sulle apparecchiature completamente montate saranno eseguite le prove previste dalle Norme e quelle qui di seguito riportate.

prova di tensione a frequenza di esercizio

ispezione dell'apparecchiatura, del cablaggio e del funzionamento elettrico dei quadretti prese  
verifica dei mezzi di protezione e della continuità elettrica dei circuiti di protezione

Per quanto riguarda le prove di tipo o speciali l'Appaltatore dovrà fornire certificati rilasciati da un laboratorio ufficiale come indicato al paragrafo 1.5.4.2.

#### *Prove In Sito*

L'Appaltatore dovrà eseguire in sito, a montaggio ultimato e dopo l'esecuzione dei collegamenti, tutte le prove necessarie per verificare il corretto funzionamento delle varie apparecchiature.

In particolare saranno effettuate le seguenti prove:

controllo a vista

controllo della messa a terra delle varie apparecchiature del serraggio di tutte le connessioni di potenza ed ausiliarie

misura di isolamento delle varie apparecchiature e dei circuiti

controllo del corretto funzionamento delle varie apparecchiature

misura del livello di illuminamento

#### **78.14 Cavi B.T.**

cavi di potenza destinati alla vasca di carico ed alla centrale

cavi di controllo destinati alla vasca di carico ed alla centrale

La fornitura deve comprendere anche attrezzature speciali e tutto quanto, anche se non espressamente indicato nel presente Disciplinare, sia necessario a rendere la fornitura un insieme completo, funzionante ed eseguito a perfetta regola d'arte.

Le sezioni effettive dei cavi da fornire dovranno essere determinate a cura dell'Appaltatore nella fase di progettazione di sua competenza.

Le principali caratteristiche che i cavi dovranno avere sono:

tensione nominale di isolamento 0.6/1 kV

grado di isolamento 4

Per i cavi in partenza dai quadri principali, il valore efficace di progetto della corrente di corto circuito simmetrica iniziale è quello specifico per il quadro.

Il tempo di durata della corrente di corto circuito sarà quello di intervento delle protezioni ma comunque non meno di 0.5 s.

##### **78.14.1 Cadute di Tensione**

Le cadute di tensione massime ammissibili tra il quadro principale immediatamente a valle della fonte di alimentazione e l'utilizzatore, o l'ultimo interruttore o fusibile di protezione dei circuiti di comando, protezione e segnalazione, non dovrà mai superare il 2%. Durante il regime transitorio di partenza motore, la caduta di tensione massima ammissibile incluso il collegamento tra il quadro principale e la fonte di alimentazione sarà del 15%.

##### **78.14.2 Portate**

Le portate dei cavi nelle diverse condizioni di posa unitamente alle cadute di tensione saranno calcolate in funzione dei parametri di posa e del numero di conduttori ad esso affiancati.

Le portate degli eventuali cavi quadripolari sono valide per quattro conduttori attivi; nel caso in cui il quarto conduttore sia impiegato per il collegamento di neutro, come portata si potrà assumere quella del corrispondente cavo tripolare.

Le portate dei cavi in aria sono riferite ad una temperatura ambiente di 35°C. Per temperature ambiente diverse si applicano i seguenti coefficienti di correzione:

|   |    |      |      |      |      |
|---|----|------|------|------|------|
| Temperatura ambiente media giornaliera: | °C | 30   | 40   | 45   | 50   |
| Fattore di correzione:                  | k  | 1.05 | 0.94 | 0.88 | 0.82 |

Le portate per cavi interrati, nudi o in tubo, sono calcolate con riferimento ad un terreno con resistività termica di 100°C cm / W ed a una temperatura media di 25°C.

Le temperature massime di servizio e di corto circuito considerate sono rispettivamente di 70/160°C, per i cavi in PVC, e di 80/250°C, per i cavi in EPR.

### 78.14.3 Caratteristiche Costruttive

#### *Generalità*

La lunghezza delle varie pezzature dei cavi occorrenti per la realizzazione dei collegamenti di B.T. saranno determinate dall'Appaltatore sulla base della reale ubicazione delle apparecchiature nell'impianto.

I cavi, i cui materiali e caratteristiche costruttive rientrino nel campo di applicazione delle norme CEI, saranno dotati del contrassegno CEI e del Marchio di Qualità.

Dove possibile saranno impiegati materiali conformi alle tabelle UNEL.

#### *Cavi di Potenza*

Saranno ammesse le seguenti formazioni:

- unipolare per le sezioni comprese fra 10 e 240 mm<sup>2</sup>
  - multipolare per le sezioni comprese fra 1.5 e 35 mm<sup>2</sup>
- I conduttori dovranno essere in corda di rame stagnato e ricotto:
- flessibile per le sezioni comprese fra 1.5 e 16 mm<sup>2</sup>
  - normale o compatta per le sezioni comprese fra 25 e 95 mm<sup>2</sup>
  - compatta per le sezioni comprese fra 150 e 240 mm<sup>2</sup>
  - settoriale per i cavi tripolari di sezione compresa fra 50 e 150 mm<sup>2</sup>

Il materiale isolante sarà:

- Polivinilcloruro (PVC), a basso sviluppo di fumi e di gas tossici e corrosivi.
- miscela elastomerica reticolata (EPR), a basso sviluppo di fumi e di gas tossici e corrosivi.

Il sistema di individuazione dei cavi fino a quattro conduttori sarà secondo Norme CEI, per cavi senza conduttore di protezione:

- 1 conduttore: NERO (NE)
- 2 conduttori: BLU (BL), NERO (NE)
- 3 conduttori: BLU (BL), MARRONE (MA), NERO (NE)
- 4 conduttori: BLU (BL), MARRONE (MA), NERO (NE) (2)

Il sistema di individuazione dei cavi a più di quattro conduttori sarà con numerazione, secondo le tabelle CEI-UNEL 00725, con isolante nero.

Sull'isolante possono essere applicate nastature di materiale inerte.

La guaina dei cavi sarà in PVC, di colore blu chiaro, o in mescola termoplastica o elastomerica reticolata, di colore verde. Sulla guaina esterna dovrà apparire la designazione "NON PROPAGANTE L'INCENDIO" con il relativo contrassegno e la dicitura "CEI 20-22" ripetuta ogni 50 cm.

Sulla guaina dovrà essere stampigliata una numerazione progressiva ad intervalli di 1 m; la differenza tra il valore finale ed iniziale di tale numerazione fornisce una indicazione approssimativa della lunghezza del cavo.

Cavetti Per Impianti Luce e Forza Motrice e per Cablaggi Interni ai Quadri

Il conduttore dovrà essere di tipo flessibile, in rame rosso.

Il materiale isolante sarà il Polivinilcloruro (PVC) ovvero in mescola elastomerica reticolata (EPR), a basso sviluppo di fumi e di gas tossici e corrosivi.

I cavetti per cablaggi interni ai quadri avranno le seguenti caratteristiche:

- tensione nominale di isolamento 450/750 V
- grado di isolamento 3

Qualora lo standard del Costruttore preveda per i cablaggi quadri l'utilizzo di cavetti con caratteristiche o sezione diverse da quanto richiesto nella presente specifica, questo dovrà essere sottoposto all'approvazione.

Il colore dei cavetti sarà Giallo / Verde (GV), Blu (BL) e Nero (NE) (2), secondo le specifiche finalità applicative. La designazione sarà secondo le Norme CEI. Sulla superficie esterna dovrà apparire il contrassegno di non propagazione dell'incendio e la dicitura "CEI 20-22" ripetuta ogni 50 cm.

#### *Cavi di Controllo e Supervisione*

Cavi di estensione per termocoppie

Le condizioni ambientali di impiego saranno:

cavi per temperature normali:

|                          |        |
|--------------------------|--------|
| temperatura massima      | +50° C |
| umidità relativa massima | 95 %   |

cavi per alte temperature:

|                          |        |
|--------------------------|--------|
| temperatura massima      | +160°C |
| umidità relativa massima | 95 %   |

Le temperature massime di funzionamento sono:

|                               |         |
|-------------------------------|---------|
| cavi per temperature normali: | + 80° C |
| cavi per alte temperature:    | +200° C |

I cavi dovranno essere di tipo JX o KX, con schermo di nastro sintetico accoppiato con alluminio avvolto ad elica (a contatto del quale dovrà essere posto il conduttore di continuità co-



stituito da una corda non necessariamente circolare formata da 7 fili in rame ricotto stagnato con sez. nominale di 0.5 mm<sup>2</sup>).

L'isolante dovrà essere costituito da miscela elastomerica reticolata a basso sviluppo di gas tossici e corrosivi, applicata per estrusione, per cavi con campo di temperatura sino a 80° C e con un numero qualsiasi di coppie, oppure con isolante costituito da tecnopolimero a basso sviluppo di gas tossici e corrosivi, applicato per estrusione, per i cavi con campo di temperatura sino a 200° C e con un numero di coppie di 1 o 2 (cavo organizzato a "quarta").

La guaina dovrà essere costituita da una miscela termoplastica di qualità M1, a basso sviluppo di gas tossici e corrosivi, applicata per estrusione, per cavi con campo di temperatura sino a 80° C e da miscela in gomma siliconica a basso sviluppo di gas tossici e corrosivi, applicata per estrusione, per cavi con campo di temperatura sino a 200° C.

Tutte le mescole dovranno essere a basso sviluppo di fumi e di gas tossici e corrosivi.

La designazione (siglatura cavi, numerazione coppie, colorazione anime e colorazione guaine) in accordo alla Norma IEC 584-3 dovrà essere:

\* Sigla di designazione "IEC-A-T-N-Z" dove:

|  |  |
|--|--|
| A grado o classe di tolleranza             | 1=Special<br>2=Standard                |
| T taratura                                 | JX=Ferro/Costante<br>KX=Chromel/Alumel |
| N numero delle coppie                      |  |
| per cavi con temp. max. di esercizio 80°C  | N= 1, 2, 3, 6, o 12                    |
| per cavi con temp. max. di esercizio 200°C | N= 1 o 2                               |
| Z temperatura di esercizio max (80/200° C) |  |

(La sigla di designazione dovrà essere stampigliata in modo indelebile sulla guaina del cavo ogni 50 cm., inoltre i cavi dovranno avere una numerazione progressiva stampigliata ad intervalli di 1m per l'indicazione approssimativa della lunghezza dei cavi stessi)

L'identificazione delle coppie dovrà essere eseguita mediante numerazione indelebile stampigliata sulle anime dei conduttori negativi ogni 100 mm ed avente un'altezza del carattere 2 mm.

Il passo di cordatura dei conduttori dovrà essere 50 mm per i cavi organizzati a coppie e 70 mm per i cavi organizzati a quarta.

I cavi dovranno essere del tipo non propagante l'incendio ed a bassa emissione di gas tossici e corrosivi e dovranno avere il contrassegno "ENC" stampigliato sulla guaina ogni 50 cm.

I cavi dovranno avere adeguata rigidità dielettrica e resistenza d'isolamento e dovranno assicurare il funzionamento in corrispondenza del limite superiore del campo di temperatura di impiego continuativo (80°C o 200°C), per la durata di 40 anni.

I cavi dovranno essere in grado di sostenere gli sforzi meccanici a cui possono essere soggetti

in servizio normale.

#### Cavo fibra ottica

Il collegamento tra centrale e opera di presa per i segnali verrà effettuato tramite un cavo in fibra ottica. Le caratteristiche saranno le seguenti:

- Cavo in fibra ottica per interno / esterno
- 4 fibre multimodali tipo Loose 62,5/125 OM1 o equivalente

Prezzo estimativo: € 2.625,00/Km posato (sono esclusi scavo e reinterro, cavidotti e pozzetti).

Al fine di ridurre il più possibile i costi di installazione si consiglia di posare i cavidotti e i pozzetti ispezionabili durante la posa della condotta forzata.

#### Switch Industriali

Presso l'opera di presa ed in centrale dovranno essere installati n°2 Switch industriali per la comunicazione real-time. Le caratteristiche minime che devono avere sono le seguenti:

- Velocità di comunicazione 10/100 Mbit/s (10BaseT/100Basetx)
- Porta a fibre ottiche opzionali
- Temperatura di funzionamento da -40 a +85° C
- Approvazione UL508, CSA e CE
- Montaggio su guida DIN o su quadro
- Supporto a tutti i protocolli Ethernet IEEE 802.3
- Disponibilità di almeno 2 porte a fibra ottica e 3 porte RJ45
- Porta per fibra ottica multimodale (tipo 62,5/125)
- Alimentazione 10-30Vdc

Prezzo estimativo: € 980,00/Cad.

N°2 pz: 980x2 = € 1.960,00.=

#### Cavi in rame schermato per segnali di misura

Le condizioni ambientali di impiego saranno:

- temperatura massima ambiente + 50° C
- umidità relativa massima 95%

La temperatura massima di funzionamento è: + 80°C

I cavi dovranno essere costituiti da conduttori a corda di rame ricotto stagnato, con isolante costituito da miscela elastomerica reticolata, a basso sviluppo di gas tossici e corrosivi, di qualità G10 e applicata per estrusione. Le anime così costituite dovranno essere riunite tra loro in modo da formare coppie o terne con passi di riunione differenziati e compresi fra 30 e 80 mm.

Dovrà essere previsto uno schermo costituito da nastro sintetico accoppiato con alluminio avvolto ad elica, a contatto del quale dovrà essere posto il conduttore di continuità costituito da una corda non necessariamente circolare formata da 7 fili in rame ricotto stagnato con sez.

nominale di 0.5 mm<sup>2</sup>. Attorno allo schermo e al conduttore di continuità dovrà essere avvolto un nastro sintetico di materiale inerte in modo da costituire una fasciatura unica.

La guaina dovrà essere costituita da una miscela termoplastica, applicata per estrusione, di qualità M1 o da miscela elastomerica vulcanizzata di qualità M2, a basso sviluppo di gas tossici e corrosivi.

La designazione (colori delle anime, della guaina, marcatura delle anime, e sigle di designazione) dei cavi dovrà essere in accordo alle tabelle CEI-UNEL 00722, 00725, 35011

Le marcature stampate ed i colori dei cavi e delle anime dovranno avere elevate caratteristiche di durevolezza.

I cavi dovranno essere del tipo non propagante l'incendio ed a bassa emissione di gas tossici e corrosivi e dovranno avere il contrassegno "ENC" stampigliato sulla guaina ogni 50 cm.

I cavi dovranno avere adeguata rigidità dielettrica e resistenza d'isolamento e dovranno assicurare il funzionamento in corrispondenza del limite superiore del campo di temperatura di impiego continuativo (80°C), per la durata di 40 anni.

I cavi dovranno essere in grado di sostenere gli sforzi meccanici a cui possono essere soggetti in servizio normale.

#### *Giunzione dei conduttori*

La giunzione dei conduttori dovrà essere effettuata mediante spiralino.

La estremità dello spiralino di giunzione dovrà essere saldata a stagno.

Ogni conduttore giuntato dovrà essere ricoperto da due tubetti termorestringenti di diversa misura al fine di assicurare la perfetta sigillatura e l'isolamento fra i conduttori.

Le quarte dovranno essere giuntate seguendo rigorosamente l'ordine che esse hanno nel cavo, evitando in modo assoluto l'inversione dei conduttori, la sbinatura delle coppie o la giunzione tra quarte non corrispondenti.

Per la formazione dei giunti i cavi dovranno essere sovrapposti in misura di 0.60 m.

Le prestazioni principali per l'esecuzione delle giunzioni comprendono:

individuazione delle quarte da giuntare; riscontro della continuità e verifica dell'isolamento; numerazione; esecuzione della giunzione mediante spiralino; saldatura a stagno dello spiralino; ricoprimento dei connettori con tubetti isolanti; misure d'isolamento, prove di continuità e riscontri.

#### *Formazione delle guaine dei giunti*

Dopo la giunzione dei conduttori, l'insieme dei gruppi giuntati dovrà essere fasciato con doppio strato di nastro spaziatore.

Avendo i cavi schermatura costituita da una guaina di alluminio, la continuità sarà realizzata da una muffola in piombo, che dovrà essere modellata e saldata alla guaina ravvivando l'area di saldatura con diossidante BSZ.

La giunzione dovrà essere bloccata da resina riaccessibile bicomponente (resina - indurente)

secondo le prescrizioni contenute nel kit di giunzione.

La giunzione dovrà essere protetta con l'applicazione di una guaina termorestringente a copertura dell'area interessata.

Le armature dei cavi, costituite da fili di acciaio, dovranno essere messe in continuità tramite un conduttore da 10 mm<sup>2</sup> isolato, fissato con una legatura in filo di rame stagnato e saldato a stagno da entrambi i lati della giunzione, previa pulizia delle parti interessate. Sulle due aree dovrà essere applicata una guaina termorestringente a copertura delle aree per la continuità della armatura di lunghezza 300 mm circa.

Le prestazioni principali per giunzioni su cavi comprendono:

- a) asportazione delle armature e delle guaine dei cavi;
- b) fasciatura dei conduttori giuntati con nastro spaziatore;
- c) formazione della muffola di ricoprimento e saldatura di essa alla guaina di alluminio;
- d) bloccaggio con resina riaccessibile;
- e) applicazione della guaina termorestringente di copertura;
- f) ripristino della continuità elettrica dell'armatura;
- g) sistemazione della giunzione sulla fune di sostegno.

La giunzione ultimata dovrà essere fascettata adeguatamente alla fune portacavo esistente.

#### 78.14.4 Prove e Collaudi

Le prove di cui al presente capitolo si intendono suddivise nelle seguenti categorie:

prove di accettazione

prove di tipo e speciali

prove in sito

Le prove di accettazione dovranno essere eseguite presso l'officina del Costruttore.

Le indicazioni generali relative alle prove sono contenute paragrafo 1.5.

#### 78.14.5 Prove di Accettazione

Prove di accettazione per i cavi di estensione per termocoppie e per i cavi schermati per segnali di misura

esame generale

misura della resistenza di isolamento su pezzature

prova di tensione su cavi finiti

misura della resistenza elettrica dei conduttori

misura della resistenza elettrica degli schermi

verifica della efficienza della stagnatura dei fili elementari del conduttore di continuità dello schermo

verifica delle dimensioni degli schermi

verifica del passo di formazione della coppia o degli elementi  
verifica delle dimensioni esterne  
verifica della indelebilità dei colori e delle marchiature  
verifica del grado di tolleranza per cavi di estensione per termocoppie  
verifica del diametro dei conduttori  
misura dello spessore degli isolanti  
Prove di accettazione per gli altri tipi di cavi

Le prove da eseguire presso le officine dell'Appaltatore saranno le seguenti:  
esame a vista del cavo e misura degli spessori e delle dimensioni  
prova di tensione a frequenza industriale  
misura della resistenza elettrica del conduttore  
misura della resistenza d'isolamento  
misura della capacità  
prova del livello corona  
prova di piegatura su cavo finito  
prova di durata  
resistenza di isolamento a 70°C (cavi in PVC) ovvero a 80°C (cavi in EPR) sulle anime  
prova di resistenza all'umidità sull'isolante  
carico di rottura ed allungamento su isolante e guaina a nuovo  
prova del colpo di calore sulla guaina  
prova di termopressione sulla guaina

#### *Prove di Tipo e Speciali*

Per quanto riguarda le prove di tipo o speciali l'Appaltatore dovrà fornire certificati rilasciati da un laboratorio ufficiale come indicato al paragrafo 1.5.

#### *Prove in Sito*

Le prove da eseguire in sito dopo il completamento dei montaggi comprenderanno:  
controllo della continuità elettrica  
controllo dell'isolamento.

### **78.15 Rete di Terra**

Reti interrate di dispersione e rete fuori terra (conduttori di terra, collettori, conduttori di protezione, conduttori di funzionamento ed equipotenziali) per realizzare la messa a terra di tutte le apparecchiature presso la vasca di carico e la centrale

La fornitura deve comprendere anche attrezzature speciali e tutto quanto, anche se non espressamente indicato nel presente Disciplinare, sia necessario a rendere la fornitura un in-

sieme completo, funzionante ed eseguito a perfetta regola d'arte.

In particolare il Contrattista dovrà fornire, firmata da professionista abilitato, la documentazione necessaria a soddisfare i requisiti di legge per questo tipo di impianti.

#### 78.15.1 Caratteristiche Costruttive

##### *Generalità*

L'impianto di messa a terra sarà destinato a collegare tutte le apparecchiature elettriche e le strutture metalliche alla rete interrata e fuori terra dell'impianto.

L'impianto di terra è costituito dal dispersore e dai collegamenti (conduttori di terra, collettori, conduttori di protezione, conduttori di funzionamento ed equipotenziali) di messa a terra.

L'impianto di terra compreso il relativo dispersore sarà progettato dall'Appaltatore, il quale terrà conto di tutte le particolarità del sito quali resistività del terreno, estensione dell'impianto, tipologia delle sottofondazioni.

##### *Dispersore*

a) Generalità. Il dispersore può essere realizzato sia dall'insieme di conduttori posati intenzionalmente a contatto con il terreno, costituenti un dispersore intenzionale; sia da quei corpi metallici che immersi nel terreno direttamente o tramite calcestruzzo contribuiscono a disperdere le correnti di terra e a realizzare l'equipotenzialità del terreno e quindi un dispersore di fatto.

Date le caratteristiche dell'impianto e a seconda dell'area interessata, l'Appaltatore provvederà a realizzare uno o l'altro tipo di dispersore o un insieme dei due al fine di garantire le caratteristiche dimensionali elettriche dell'impianto di terra.

Il dispersore di fatto dovrà sempre essere collegato al dispersore intenzionale sia esso esistente sia da realizzare.

In ogni caso, nel realizzare l'interconnessione tra gli impianti oggetto di questa specifica, dovranno essere comunque garantiti i livelli di tensione di contatto e di passo prescritti dalle norme.

b) Dispersore Intenzionale. Il dispersore di tipo a maglia sarà costituito da un reticolo elementare di conduttori, interrati nell'area asservita all'impianto e potrà essere integrato da picchetti infissi nel terreno.

I conduttori saranno in rame, di sezione non inferiore a 50 mm<sup>2</sup> e saranno posati a una profondità non inferiore a 0,5 m.

c) Dispersore di Fatto. L'armatura delle opere di sottofondazione, di fondazione e delle strutture in conglomerato cementizio armato, a diretto contatto con il terreno, può essere considerata come dispersore di fatto nel progetto dell'impianto di terra.

Il Contrattista dovrà prendere tutti quei provvedimenti ritenuti utili affinché sia durante la fase di progetto che nella realizzazione siano rispettati criteri dimensionali e costruttivi tali da garantire un grado di esecuzione pari ad un dispersore intenzionale.

A tal fine i ferri costituenti l'armatura, i diversi strati delle reti elettrosaldate e gli eventuali tiranti dovranno assumere continuità elettrica mediante collegamenti con robusta legatura ad un tondo di acciaio saldabile e facente capo a terminali accessibili.

I terminali accessibili saranno costituiti da piastre in acciaio inox AISI 304 di profilato quadro 40x40.

Per le strutture di fondazione che non sporgono dal terreno di almeno 15 cm dal piano di calpestio, i terminali dovranno essere costituiti da frustoni in acciaio zincato 40x4 sporgenti dalla struttura per un metro dal piano stesso e nel numero di due per ogni struttura.

#### *Conduttori di Terra*

I collegamenti tra dispersore e l'impianto di terra fuori terra avverranno tramite frustoni in corda di rame crudo 95 mm<sup>2</sup>.

Il collegamento delle apparecchiature elettriche e dei componenti metallici di notevoli dimensioni dovrà essere fatto preferibilmente tramite i frustoni da collegare direttamente al dispersore. In particolare saranno collegati direttamente al dispersore:

macchinari elettrici e meccanici, serbatoi e grossi componenti metallici;

terminali delle fondazioni;

piatti delle fondazioni.

Ove ciò non sia possibile o non conveniente, in relazione al numero di apparecchiature da collegare, il collegamento al dispersore dovrà avvenire tramite collettore di terra cui faranno capo i conduttori di protezione delle singole apparecchiature.

Il collegamento dei frustoni alle prese di terra delle suddette apparecchiature e ai collettori dovrà essere imbullonato per consentire in ogni momento l'esecuzione di misure di controllo.

#### *Collettori di Terra*

I collettori di terra saranno realizzati nei diversi modi in cui l'impianto lo consente.

Nei locali strumentazioni saranno realizzati dei collettori perimetrali in piatto o acciaio zincato di rame di sezione non inferiore a 150 mm<sup>2</sup>.

I collettori di terra perimetrali dovranno essere collegati al dispersore di terra, il collegamento degli altri dovrà avvenire in due o più punti a seconda delle sua estensione. Se per necessità di installazione detti collegamenti dovranno attraversare solette o pareti, essi dovranno essere protetti bloccandoli con miscela bituminosa in tubi di PVC di tipo pesante sporgenti almeno 10 cm dal filo della soletta o 5 cm dal filo della parete.

#### *Conduttori di Protezione*

I conduttori di protezione per il collegamento delle singole apparecchiature al collettore di terra dovranno essere costituiti da conduttori di rame isolati, di colore giallo/verde.

I conduttori di protezione dovranno avere le dimensioni minime di seguito elencate.

|  |   |
|--|---|
| Trasformatori                                  | 2 conduttori da 300 mm <sup>2</sup>         |
| Centro stella trasformatori (quando richiesto) | 2 conduttori di sezione 300 mm <sup>2</sup> |
| Macchinari, apparecchiature e quadri MT        | 2 conduttori di sezione 70 mm <sup>2</sup>  |
| Quadri distribuzione a 400 V                   | 1 conduttore di sezione 35 mm <sup>2</sup>  |
| Quadri comando e PLC                           | 1 conduttore di sezione 16 mm <sup>2</sup>  |

- utenze derivate da quadri distribuzione 400 V (compresi quadri di potenza e utenze alimentati da detti quadri, quali servomotori, valvole, motori c.a.):

- un conduttore di sezione uguale al conduttore di fase del cavo di alimentazione con un massimo di 70 mm<sup>2</sup> ed un minimo pari a:

- sezione del conduttore di fase, se il conduttore di protezione è infilato nello stesso tubo;

- 6 mm<sup>2</sup>, negli altri casi;

- pressostati, termostati, livellostati e apparecchiature in genere di segnalazione; accessori, impianti di illuminazione (interruttori, apparecchi illuminanti, prese luce); cassette con morsettiere:

- un conduttore esterno isolato giallo/verde da 6 mm<sup>2</sup> oppure un conduttore isolato giallo/verde, posato nel tubo protettivo assieme al cavo di collegamento, di sezione pari a quella degli altri conduttori, con un minimo di 2,5 mm<sup>2</sup>

- passerelle portacavi:

- un conduttore di rame di sezione 25 mm<sup>2</sup> collegato al collettore di terra, di norma a entrambe le estremità e in punti intermedi ogni 50 m circa

- tubi portacavi:

- un conduttore di sezione pari a quella del conduttore di fase di sezione maggiore in esso contenuto, con un massimo di 70 mm<sup>2</sup> ed un minimo di 6 mm<sup>2</sup>, collegato al collettore di terra di norma a entrambe le estremità ed in punti intermedi ogni 50 m circa; per tubi di lunghezza uguale o inferiore a 15 m il collegamento dovrà essere eseguito ad una sola estremità

- serbatoi metallici di diametro esterno minore di 15 m:

- due conduttori di sezione 70 mm<sup>2</sup> collegati al dispersore in posizione diametralmente opposta

- corpi metallici di dimensioni notevoli (grossi componenti meccanici, macchinari non elettrici) per i quali non sia verificata alcuna delle condizioni sopra esposte:

- un conduttore di sezione fino a 70 mm<sup>2</sup>

- strutture metalliche principali, portali colonne:

- due conduttori di sezione fino a 70 mm<sup>2</sup>

- tubazioni metalliche e condotte:

- dovranno essere collegate al collettore di terra, in almeno un punto con un conduttore



di rame di sezione 70 mm<sup>2</sup>. Tubazioni con notevole sviluppo longitudinale dovranno essere collegate a terra in più punti, in modo che la distanza tra due collegamenti non sia superiore a 50 m. Se la continuità elettrica di dette tubazioni non è assicurata, dovranno essere effettuati cavallotti elettrici in corrispondenza delle flange

· rivestimenti metallici di isolamenti termici di grossi componenti o apparecchiature.

Se per necessità di installazione i conduttori di protezione dovranno attraversare solette o pareti, o essere posati nel terreno, essi dovranno essere posati, bloccandoli con miscela bituminosa, in tubi di PVC di tipo pesante.

Detti tubi dovranno sporgere di almeno 10 cm dalle solette o 5 cm dalla parete e, nel caso di posa nel terreno, qualora non possano essere conglobati nelle fondazioni della parte da collegare a terra, essi dovranno sporgere almeno 10 cm dalla sommità di un apposito massello in conglomerato cementizio di sezione circa 15 x 15 cm sporgente dal terreno circa 15 cm.

Un analogo massello di conglomerato cementizio dovrà essere realizzato anche a difesa di eventuali conduttori di protezione interrati costituiti da corde di rame isolate.

#### *Caratteristiche Costruttive dei Componenti*

a) **Dispensore in Corda di Rame.** Le corde che costituiscono il dispersore dovranno essere di rame nudo 99,9 Cu ETP-UNI 5649, rispondenti ai requisiti ed alle caratteristiche previste dalle Norme CEI 7-1. I collegamenti d'angolo per formare il reticolo del dispersore ed in generale tutti i collegamenti interessanti conduttori in rame nudo interrati dovranno essere eseguiti con connettori a compressione.

b) **Picchetti.** Dovranno essere utilizzati, picchetti del tipo ad elementi componibili costituiti da tubolari forati ottenuti da tubo 1.1/2" gas x 6,3 UNI 4532 zincati a caldo (CEI 7-6) o picchetti del tipo ad elementi componibili in acciaio ramato di diametro 18 / 22 mm di spessore e spessore di rame non inferiore a 1. La lunghezza necessaria dovrà essere ottenuta per accoppiamento successivo di elementi di lunghezza di 1,5 m. I picchetti dovranno essere infissi nel terreno con attrezzi a percussione o a vibrazione. I picchetti in acciaio zincato dovranno essere corredati da morsetti in acciaio inossidabile per il collegamento, mediante bullonatura, al conduttore di terra del dispersore. Per ogni picchetto dovrà essere predisposto un pozzetto di protezione e d'ispezione.

c) **Conduttori ed Accessori.** I conduttori di rame isolati dovranno essere di colore giallo/verde ed avere le caratteristiche prescritte nell'apposita sezione. Tutta la viteria e la bulloneria impiegata per realizzare i collegamenti di terra, come pure tutti i materiali accessori, anche di fissaggio, dovranno essere in acciaio inossidabile. I capicorda per le terminazioni di conduttori di rame dovranno essere del tipo a compressione in rame stagnato.

d) **Cavo con Conduttore Flessibile.** I cavi unipolari con conduttore flessibile dovranno rispondere ai requisiti delle norme CEI 20-20 e avere tensione nominale 450/750 V. Il conduttore flessibile dovrà essere in rame ricotto; la guaina dovrà essere di colore giallo-verde. E' impiegato, di norma, per il collegamento fra piatto o corde di rame ed elementi mobili. Es-

so dovrà essere ancorato e fissato tenendo presente tutte le escursioni di dette parti mobili.

e) Piatto e Piastre. Dovranno essere in acciaio inossidabile AISI 304; dovranno essere impiegate per le giunzioni tra materiali ferrosi e materiali contenenti rame. Il materiale accessorio (viteria, bulloneria, zanche, etc.) dovrà essere dello stesso materiale delle piastre.

f) Conessioni e Collegamenti. I conduttori di protezione possono essere infilati in tubi soltanto se entro lo stesso tubo o condotto sono infilati anche i conduttori di fase che alimentano il macchinario o l'apparecchiatura collegati a terra da detti conduttori di protezione.

I percorsi dei collegamenti dovranno essere paralleli alle strutture portanti ed alle solette, evitando, ove possibile, i percorsi a pavimento o attraverso luoghi di passaggio.

Il piatto dovrà essere fissato: alle strutture metalliche, con bulloni saldati di testa; alle strutture murarie, con chiodi ad espansione con testa filettata; il cavo dovrà essere fissato in maniera analoga utilizzando fascette metalliche, in materiale non ferromagnetico, o idonei morsetti passanti. La sezione trasversale utile del piatto in corrispondenza delle forature di fissaggio non dovrà scendere sotto il 75% della sezione nominale del piatto stesso.

La distanza tra due supporti successivi dovrà essere tale da garantire uno stabile fissaggio ed un corretto assetto dei conduttori.

Non è ammesso il fissaggio dei sostegni alle lamiere grecate delle soffittature.

I bulloni ed i chiodi di fissaggio alle strutture non dovranno essere utilizzati per eseguire giunzioni o derivazioni.

Le giunzioni e le derivazioni dei piatti dovranno essere effettuate mediante imbullonatura.

Le superfici di contatto dovranno essere stagnate, se in rame, oppure ravnivate e, comunque, sgrassate prima della esecuzione della giunzione.

Le connessioni alle apparecchiature, macchinari, strutture dovranno essere realizzate mediante imbullonatura. Per le piastre terminali delle fondazioni e per i macchinari o le strutture che non siano dotati di attacco di terra si dovrà prevedere alla applicazione mediante saldatura di una aletta in acciaio inossidabile.

In presenza di vibrazioni o dilatazioni e per agevolare la rimozione del macchinario e delle apparecchiature per esigenze di manutenzione, si dovranno realizzare collegamenti in cavo. E' vietato il collegamento a terra attraverso apparecchiature o componenti suscettibili di essere rimossi.

Su uno stesso attacco o su uno stesso punto di un piatto del collettore, è consentito il collegamento di due soli conduttori di protezione.

#### 78.15.2 Prove e Collaudi

##### *Generalità*

L'Appaltatore dovrà eseguire, a montaggio ultimato, tutte le prove e le misure necessarie per verificare la validità dell'impianto di messa a terra.

In particolare dovrà essere effettuato il controllo della messa a terra di tutte le apparecchiature

re, di tutte le masse metalliche attive e passive nonché del serraggio di tutte le connessioni. Qualora dalle prove e dalle misure effettuate risultassero dei valori non in linea con i dati di questa specifica e con quelli indicati nelle Norme in essa citati, l'Appaltatore dovrà apportare all'impianto di terra le opportune modifiche onde contenere le grandezze entro i limiti accettabili.

#### *Prove sul Sistema in B.T.*

Per ogni singola utenza, per ogni quadro di subdistribuzione e per un quantitativo di apparecchi di illuminazione non inferiore al 10% del totale (scelti a discrezione del Committente) saranno effettuate le verifiche di coordinamento delle protezioni con le misure dell'anello di impedenza di guasto a terra.

#### *Prove sul Sistema in M.T.*

Saranno effettuate le misure della resistenza di terra, della tensione di contatto e di passo per verificare che siano rispettati i valori indicati dalle Norme.

### **78.16 Protezione dalle Scariche Atmosferiche**

#### **78.16.1 Procedura da Adottare**

Per la valutazione del rischio si dovrà seguire la procedura indicata nella Norma CEI 81-4.

L'uso di questa procedura è giustificato dai seguenti motivi:

la procedura semplificata non è applicabile perché non ricorrono le condizioni previste dall'Appendice G della Norma CEI 81-1;

l'importanza della struttura ed il costo presunto del prevedibile LPS da adottare richiedono l'analisi dettagliata dei rischi che la struttura corre al fine di individuare le misure di protezione più idonee e meno costose;

i risultati ottenuti con la procedura di cui alla Norma CEI 81-4 sono comunque più completi e precisi di quelli ricavabili con la procedura semplificata indicata all'Appendice G della Norma CEI 81-1.

#### **78.16.2 Individuazione della Struttura da Proteggere**

L'individuazione della struttura da proteggere è essenziale per definire le dimensioni e le caratteristiche da utilizzare per la valutazione dell'area di raccolta.

La struttura che si vuole proteggere coincide con una intera costruzione a sè stante, fisicamente separata da altre costruzioni.

Ai sensi dell'art. 2.5.1 della Norma CEI 81-4, le dimensioni e le caratteristiche della struttura da considerare sono quelle della costruzione stessa.

#### **78.16.3 Densità Annuia di Fulmini a Terra.**

Come rilevabile dalla Norma CEI 81-3, la densità annua di fulmini a terra per km<sup>2</sup> nella zona di Vercelli vale :

$N_t = 4,0$  fulmini/km<sup>2</sup> anno

La struttura è adibita a ATTIVITA' PRODUTTIVA (n.addetti <= 25).

#### 78.16.4 Analisi dei Rischi e Misure di Protezione

L'analisi dei rischi, presenti nella struttura dovrà essere condotta in base al valore delle relative componenti di rischio e dopo aver effettuato tutti i calcoli necessari l'Appaltatore dovrà mettere in atto le misure di protezione necessarie ad eliminare i rischi connessi al pericolo di scariche atmosferiche. Qualora dai calcoli dovesse risultare che non è necessaria l'adozione di alcuna misura di protezione, l'Appaltatore, al fine di evitare eventuali interruzione del servizio, dovrà comunque prevedere, come misura minima, l'installazione di protezioni attive per le singole linee entranti ed uscenti dall'edificio realizzata installando nei quadri di distribuzione e di controllo degli scaricatori di sovratensione a varistori.

Questi scaricatori dovranno essere installati in parallelo e saranno dotati di led di segnalazione di fine vita.

### **78.17 Strumentazione**

Misuratori di livello ad ultrasuoni presso la vasca di carico

Misuratore di livello ad ultrasuoni presso l'opera di restituzione

Trasmittitore differenziale di pressione da installare a cavallo della griglia nella vasca di carico

La fornitura deve comprendere anche attrezzature speciali, pozzetto in calcestruzzo come indicato sui disegni e tutto quanto, anche se non espressamente indicato nel presente Disciplinaire, sia necessario a rendere la fornitura un insieme completo, funzionante ed eseguito a perfetta regola d'arte.

#### 78.17.1 Caratteristiche Costruttive

##### *Generalità*

Le caratteristiche costruttive relative alla strumentazione sono contenute nella parte generale di queste specifiche.

Sia il sensore che l'elettronica saranno installati in campo, protetti da adeguato armadio stagno come indicato nei disegni di capitolato.

La tipologia e l'installazione di tutti gli strumenti dovrà essere tale da assicurarne la manutenzione senza nessuna interruzione del servizio.

##### *Strumenti*

a) Trasmittitore di livello acqua

Nelle posizioni riportate nelle piante, saranno installate delle sonde di rilevazione di livello (trasmettitori di livello) "LT".

Il sensore più indicato per questo tipo di applicazione sarà di tipo ad ultrasuoni che sarà in grado di effettuare la misura di livello.

Ciò avverrà tramite l'elaborazione del tempo d'andata e ritorno di treni di impulsi sensori, inviati a intervalli regolari e riflessi dalla superficie dell'acqua.

Il tempo di andata e ritorno corrisponde alla distanza fra sensore e liquido.

L'elettronica centrale trasformerà questo intervallo di tempo in diversi valori di elaborazione proporzionali alla sua durata.

I risultati di misura verranno indicati sui due display dell'apparecchio e saranno disponibili come uscite in corrente e uscite a relè.

Il dispositivo di misura sarà costituito da un sensore elettroacustico emettitore (ricevente) avente le seguenti caratteristiche:

- elettronica separata in custodia IP65
- campo di misura max 5m
- temperatura di esercizio -20°C +80°C
- indicazione in locale tramite display a quattro cifre in metri
- 2 uscite in corrente 4-20mA
- alimentazione in A.C. 16-42 Volt

Ogni sensore avrà una sonda di temperatura per la compensazione dell'influsso termico sul tempo di propagazione. I dati di misura e le informazioni di temperatura passeranno attraverso un cavo di collegamento coassiale.

Tutti i processi di taratura, ottimizzazione del sensore ecc. saranno programmabili direttamente nell'elettronica centrale tramite tastiera.

Il fissaggio avverrà mediante terminale filettato G1"A in acciaio zincato

Il sensore sarà in grado di dare una esatta e continua misura del livello in tempo reale al PLC, il quale elaborerà i valori e, a seconda delle soglie impostate, effettuerà la funzione di regolazione richiesta.

Il sensore sarà alimentato mediante una tubazione in grado di protezione IP65; il segnale di uscita verso il PLC avverrà tramite un cavo di tipo schermato da posare nella stessa tubazione dell'alimentazione.

b) Trasmettitore differenziale di pressione (tramite doppia misurazione di livello)

I sensori del trasmettitore differenziale di pressione dovranno essere installati in posizioni adeguate per rilevare la pressione a cavallo della griglia; come sensore di livello a monte della griglia può essere utilizzato il segnale del trasmettitore di livello acqua del canale di monte.

#### 78.17.2 Prove e Collaudi

##### *Generalità*

Le prove di cui al presente capitolo si intendono suddivise nelle seguenti categorie:

prove di accettazione

prove di tipo e speciali

prove in sito

Le prove di accettazione dovranno essere eseguite sugli equipaggiamenti completamente assemblati presso l'officina del Costruttore.

Le indicazioni generali relative alle prove sono contenute paragrafo 1.13.

#### *Prove di Accettazione*

Su tutta la strumentazione oggetto della fornitura saranno effettuate le seguenti prove di accettazione, con le modalità previste dalle Norme:

verifica a vista della rispondenza dei complessi e delle singole parti alla presente specifica

prova di tensione a frequenza di esercizio dei circuiti principali ed ausiliari

controllo dei cablaggi

controllo taratura relè, strumenti e trasduttori;

verifica dell'intercambiabilità delle parti estraibili

verifica della misura di protezione e della continuità elettrica del circuito di protezione

prove di funzionamento dei Relè ausiliari, delle segnalazioni, degli automatismi e degli allarmi.

#### *Prove di Tipo*

Per quanto riguarda le prove di tipo o speciali l'Appaltatore dovrà fornire certificati rilasciati da un laboratorio ufficiale come indicato al paragrafo 1.5.4.2.

#### *Prove in Sito*

L'Appaltatore dovrà eseguire in sito, a montaggio ultimato e dopo l'esecuzione dei collegamenti, tutte le prove necessarie per verificare il corretto funzionamento delle varie strumentazioni.

In particolare saranno effettuate le seguenti prove:

controllo a vista

controllo della messa a terra delle varie apparecchiature del serraggio di tutte le connessioni di potenza ed ausiliarie

misura di isolamento delle varie apparecchiature e dei circuiti ausiliari

controllo del corretto funzionamento delle varie apparecchiature ed in particolare delle protezioni, dei trasduttori, delle soglie di intervento e degli allarmi a distanza

taratura a dei relè di funzionamento e di protezione.

prova di funzionamento dei singoli sistemi con opportune strumenti campione;

messa a punto definitiva dei valori di taratura;

controllo delle interfacce con il PLC;

### **78.18 Materiale di Montaggio e Miscellanea**

Il presente capitolo riguarda le Specifiche Tecniche relative alla fornitura e l'installazione di

tutti i materiali minuti ed accessori di montaggio necessari al completamento della fornitura elettromeccanica.

La fornitura comprenderà principalmente:

il montaggio, le prove in sito e la messa in servizio degli equipaggiamenti elettromeccanici;

il collegamento dei quadri del sistema M.T.;

il montaggio, le prove in sito e la messa in servizio dei quadri e apparecchiature MT, BT e di controllo e protezione delle varie opere di presa;

l'installazione e messa in servizio dell'impianto luce, FM e della rete di terra;

Le attività secondarie e/o ausiliarie, non menzionate nella presente Specifica, sono comprese negli obblighi dell'Appaltatore per dare un impianto completo e funzionante.

Nell'esecuzione dei montaggi elettromeccanici in particolare, così come nelle attività per l'esecuzione di altre opere oggetto del Contratto, l'Appaltatore dovrà tenere ben presente le condizioni locali.

In particolar modo la fornitura includerà la seguente serie di materiali di montaggio:

passerelle

conduits

cassette di infilaggio e smistamento

raccordi flessibili

morsettiere

terminali di B.T.

fascette di fissaggio ed identificazione cavi

morsetti fissacavo

pressacavi

materiali per segnalazione ed identificazioni singoli conduttori

carpenteria per fissaggio passerelle, conduits ed apparecchiature varie e qualsiasi altro accessorio necessario per un completo collegamento di tutte le apparecchiature facenti parte dell'impianto elettrico destinati, uno ciascuno ai vari barraggi.

La fornitura deve comprendere anche attrezzature speciali e tutto quanto, anche se non espressamente indicato nel presente Disciplinare, sia necessario a rendere la fornitura un insieme completo, funzionante ed eseguito a perfetta regola d'arte.

#### 78.18.1 Caratteristiche Costruttive

Le caratteristiche costruttive e funzionali dei materiali di montaggio dovranno essere rispondenti ai rigorosi standard qualitativi imposti dalla presente specifica. e dovranno essere sottoposte alla approvazione della Direzione Lavori.

## 78.18.2 Montaggio

### *Generalità*

L'Appaltatore dovrà procedere al montaggio ed alla esecuzione dei collegamenti, alle prove in sito ed alla messa in servizio delle apparecchiature incluse nella fornitura in modo da consegnare tutto l'impianto come un complesso organico, funzionante, integrato con le parti esistenti e rispondente alle esigenze del Committente.

L'Appaltatore dovrà fornire il personale di supervisione, il personale specializzato ed ausiliario, le attrezzature speciali, i mezzi di sollevamento, gli strumenti di prova, il personale di ufficio e di magazzino, etc. richiesti per l'appropriato svolgimento delle attività di montaggio.

L'Appaltatore immagazzinerà, secondo le istruzioni del Committente, tutte le attrezzature speciali; queste ultime possono essere utilizzate per il montaggio e consegnate, purché in buono stato, alla fine dei lavori.

Durante il montaggio tutte le apparecchiature saranno maneggiate con cura ed appropriatamente protette, a seconda della natura delle stesse, al fine di evitare danni.

### *Regolamenti di Sicurezza*

Oltre a quanto prescritto nelle Condizioni Generali d'Appalto, l'Appaltatore dovrà rispettare le seguenti prescrizioni:

1. Parapetti Tutte le piattaforme di servizio, andatoie, passerelle poste ad una altezza superiore ai 2 metri dovranno essere provviste su tutti i lati verso il vuoto di robusti parapetti costituiti da due o più robusti correnti il cui margine superiore non dovrà essere inferiore a 1 metro e di tavola fermapiedi alta non meno di 15 cm.

2. Protezione del Personale Tutto il personale addetto al montaggio sarà dotato dei necessari equipaggiamenti di sicurezza come elmetti, guanti, lampade, occhiali per saldare, maschere eccetera a seconda del tipo di lavoro effettuato.

I lavoratori che sono esposti al pericolo di caduta dall'alto o entro vani o in situazioni analoghe dovranno essere provvisti di adatte cinture di sicurezza.

3. Illuminazione Durante l'esecuzione dei montaggi tutte le aree dovranno essere adeguatamente illuminate con una intensità minima di 20 lux nei passaggi, corridoi e scale e da 100 a 300 lux minimi nelle aree dei lavori in accordo al tipo di lavoro stesso.

L'impianto di illuminazione artificiale, ove necessario, dovrà essere predisposto dall'Appaltatore.

4. Scale Le scale portatili dovranno essere costruite con materiale robusto e indeformabile.

Dette scale, se di legno, dovranno avere i pioli fissati ai montanti mediante incastro. Le scale dovranno essere provviste di dispositivo antisdrucchiolevole e ganci di trattenuta per assicurare la stabilità.

Quando esistano pericoli di sbandamento, esse dovranno essere adeguatamente fissate o trat-



tenute da altra persona.

Le scale doppie non dovranno superare l'altezza di 5 metri e dovranno essere provviste di catene di sicurezza o altro dispositivo che impedisca l'apertura della scala oltre al limite stabilito.

5. Installazioni sotto Tensione Tutte le installazioni esistenti o non completate dovranno essere considerate come energizzate fino alla conferma scritta da parte del Committente.

Nessuna operazione potrà essere effettuata su elementi in tensione o nelle loro immediate vicinanze.

#### *Modalità di Esecuzione delle Operazioni di Montaggio e Connessione*

Le modalità di esecuzione delle operazioni di connessione, di montaggio passerelle e conduits, di posa dei cavi, etc. dovranno essere rispondenti agli standard qualitativi normalmente richiesti dall'Appaltante e dovranno essere sottoposte alla sua approvazione.