



# COMUNE DI PIGNOLA

PROVINCIA DI POTENZA

"INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DELLE STRADE DEL CENTRO ABITATO"

PNRR: MISS. 2 - COMP. 4 - INV. 2.2



Sindaco

Dott. Antonio De Luca

R.U.P.

Responsabile dell'Area 3  
Ambiente - Urbanistica - Edilizia

Ing. Donato Rosa

PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

Cod. elaborato:

GE08B

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO  
NORME TECNICHE

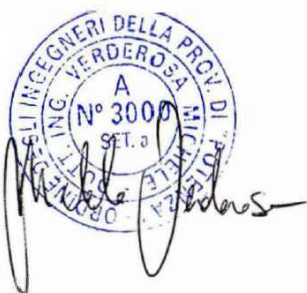
Scala: -

Rev. 01

Data: Gennaio 2025

Progettista:

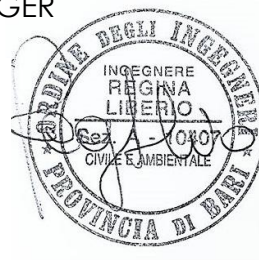
Ing. Michele VERDEROSA  
Ordine Ingegneri Prov. di Potenza n°3000  
mail: michele.verderosa@outlook.it  
tel. 3400082924



Collaboratori:

Ing. Gaetano BERLINGERIO  
Ing. Elisabetta BRANDONISIO  
Ing. Regina LIBERIO  
Ing. Vincenzo ORANGER

*Gaetano Berlingerio*



## **CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO - NORME TECNICHE**

|                                                                        |           |
|------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>PARTE II - norme tecniche .....</b>                                 | <b>6</b>  |
| <b>1 CARATTERISTICHE GENERALI.....</b>                                 | <b>6</b>  |
| <b>1.1 CONDIZIONI DI ACCETTAZIONE.....</b>                             | <b>6</b>  |
| 1.1.1 Generalità .....                                                 | 6         |
| 1.1.2 Marchio CE .....                                                 | 7         |
| 1.1.3 Materiali e prodotti per uso strutturale .....                   | 7         |
| 1.1.4 Materiali e prodotti pericolosi .....                            | 7         |
| <b>2 MATERIALI NATURALI, DI CAVA E ARTIFICIALI.....</b>                | <b>8</b>  |
| <b>2.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....</b>                              | <b>8</b>  |
| <b>3 MANUFATTI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO IN OPERA .....</b>           | <b>8</b>  |
| <b>3.1 REQUISITI DI BASE DEI MATERIALI .....</b>                       | <b>8</b>  |
| 3.1.1 Generalità .....                                                 | 8         |
| 3.1.2 Cemento.....                                                     | 9         |
| 3.1.3 Inerti o aggregati .....                                         | 10        |
| 3.1.4 Acqua di impasto .....                                           | 11        |
| 3.1.5 Aggiunte .....                                                   | 11        |
| 3.1.6 Acciaio per armature .....                                       | 13        |
| 3.1.7 Disarmanti .....                                                 | 14        |
| 3.1.8 Antievvaporanti .....                                            | 14        |
| <b>3.2 REQUISITI DI BASE PER LA COMPOSIZIONE DEL CALCESTRUZZO.....</b> | <b>14</b> |
| 3.2.1 Generalità .....                                                 | 14        |
| 3.2.2 Scelta del cemento .....                                         | 15        |
| 3.2.3 Scelta dell'aggregato .....                                      | 15        |
| 3.2.4 Utilizzo di aggiunte .....                                       | 17        |
| 3.2.5 Utilizzo di additivi .....                                       | 17        |
| 3.2.6 Classi del conglomerato cementizio .....                         | 17        |
| 3.2.7 Contenuto d'acqua e di cemento .....                             | 17        |
| 3.2.8 Durabilità .....                                                 | 18        |
| 3.2.9 Lavorabilità .....                                               | 19        |
| 3.2.10 Temperatura .....                                               | 20        |
| 3.2.11 Omogeneità .....                                                | 20        |
| <b>3.3 LAVORAZIONI E MODALITÀ ESECUTIVE.....</b>                       | <b>20</b> |
| 3.3.1 Personale, apparecchiature ed installazioni .....                | 20        |
| 3.3.2 Stoccaggio dei materiali.....                                    | 20        |
| 3.3.3 Trasporto e scarico del conglomerato cementizio .....            | 23        |
| 3.3.4 Casseforme.....                                                  | 25        |
| 3.3.5 Armatura .....                                                   | 26        |
| 3.3.6 Esecuzione dei getti .....                                       | 28        |
| 3.3.7 Stagionatura protetta .....                                      | 30        |

|            |                                                                                                                                 |           |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.3.8      | Stagionatura ordinaria.....                                                                                                     | 30        |
| 3.3.9      | Stagionatura accelerata .....                                                                                                   | 31        |
| 3.3.10     | Disarmo.....                                                                                                                    | 32        |
| 3.3.11     | Finitura dei calcestruzzi .....                                                                                                 | 32        |
| 3.3.12     | Caratteristiche estetiche .....                                                                                                 | 33        |
| 3.3.13     | Tolleranza di posizionamento e dimensionali .....                                                                               | 33        |
| 3.3.14     | Giunti di discontinuità.....                                                                                                    | 34        |
| <b>3.4</b> | <b>PROVE E CONTROLLI DI ACCETTAZIONE.....</b>                                                                                   | <b>35</b> |
| 3.4.1      | Studio preliminare di qualificazione .....                                                                                      | 35        |
| 3.4.2      | Controlli in corso d'opera .....                                                                                                | 36        |
| 3.4.3      | Controlli sulle opere finite.....                                                                                               | 38        |
| 3.4.4      | Non conformità.....                                                                                                             | 38        |
| <b>4</b>   | <b>MANUFATTI PREFABBRICATI.....</b>                                                                                             | <b>39</b> |
| 4.1        | Generalità .....                                                                                                                | 39        |
| 4.2        | Qualificazione degli impianti di prefabbricazione.....                                                                          | 39        |
| 4.3        | MODALITÀ ESECUTIVE .....                                                                                                        | 39        |
| 4.3.1      | Controllo sulle casseforme.....                                                                                                 | 39        |
| 4.3.2      | Posizionamento armature .....                                                                                                   | 40        |
| 4.3.3      | Scassero .....                                                                                                                  | 40        |
| 4.3.4      | Identificazione e stoccaggio dei manufatti.....                                                                                 | 40        |
| 4.3.5      | Trasporto.....                                                                                                                  | 40        |
| 4.3.6      | Montaggio .....                                                                                                                 | 41        |
| 4.3.7      | Controlli dimensionali e strutturali dei manufatti .....                                                                        | 41        |
| 4.3.8      | Controlli e documentazione .....                                                                                                | 41        |
| <b>5</b>   | <b>SCAVI E SBANCAMENTI IN GENERALE.....</b>                                                                                     | <b>42</b> |
| 5.1        | RICOGNIZIONE .....                                                                                                              | 42        |
| 5.2        | VIABILITÀ NEI CANTIERI .....                                                                                                    | 42        |
| 5.3        | SPLATEAMENTO E SBANCAMENTO .....                                                                                                | 42        |
| 5.4        | SCAVO A SEZIONE OBBLIGATA: POZZI, SCAVI E CUNICOLI .....                                                                        | 43        |
| 5.5        | SCAVI IN PRESENZA D'ACQUA. PROSCIUGAMENTO .....                                                                                 | 43        |
| 5.6        | IMPIEGO DI ESPLOSIVI.....                                                                                                       | 43        |
| 5.7        | DEPOSITO DI MATERIALI IN PROSSIMITÀ DEGLI SCAVI .....                                                                           | 43        |
| 5.8        | PRESENZA DI GAS NEGLI SCAVI.....                                                                                                | 43        |
| 5.9        | DIVIETI PER L'APPALTATORE DOPO L'ESECUZIONE DEGLI SCAVI.....                                                                    | 44        |
| 5.10       | SISTEMAZIONE DI STRADE, ACCESSI E RIPRISTINO PASSAGGI.....                                                                      | 44        |
| 5.11       | SMACCHIAMENTO DELL'AREA.....                                                                                                    | 44        |
| 5.12       | ALLONTANAMENTO DELLE ACQUE SUPERFICIALI O DI INFILTRAZIONE .....                                                                | 44        |
| 5.13       | PROPRIETÀ DEGLI OGGETTI RITROVATI.....                                                                                          | 44        |
| 5.14       | DEMOLIZIONE DELLE PAVIMENTAZIONI.....                                                                                           | 45        |
| <b>6</b>   | <b>SCAVI DELLE TRINCEE, COORDINAMENTO ALTIMETRICO E RISPETTO DELLE<br/>LIVELLETTE PER LA POSA IN OPERA DELLE TUBAZIONI.....</b> | <b>45</b> |

|        |                                                                                                                     |    |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 6.1    | GENERALITÀ .....                                                                                                    | 45 |
| 6.2    | INTERFERENZE CON EDIFICI .....                                                                                      | 46 |
| 6.3    | ATTRAVERSAMENTI DI MANUFATTI .....                                                                                  | 46 |
| 6.4    | INTERFERENZE CON SERVIZI PUBBLICI SOTTERRANEI .....                                                                 | 46 |
| 7      | <b>DEMOLIZIONI</b> .....                                                                                            | 47 |
| 7.1    | INTERVENTI PRELIMINARI .....                                                                                        | 47 |
| 7.2    | IDONEITÀ DELLE OPERE PROVVISORIALI .....                                                                            | 47 |
| 7.3    | ORDINE DELLE DEMOLIZIONI .....                                                                                      | 47 |
| 7.4    | ALLONTANAMENTO E /O DEPOSITO DELLE MATERIE DI RISULTA .....                                                         | 47 |
| 7.5    | PROPRIETÀ DEI MATERIALI DA DEMOLIZIONE A SCAVO .....                                                                | 47 |
| 8      | <b>RILEVATI</b> .....                                                                                               | 48 |
| 8.1    | Formazione del rilevato - Generalità, caratteristiche e requisiti dei materiali .....                               | 48 |
| 8.2    | Rilevati stradali .....                                                                                             | 48 |
| 8.3    | Impiego di terre appartenenti ai gruppi A <sub>1</sub> , A <sub>2-4</sub> , A <sub>2-5</sub> , A <sub>3</sub> ..... | 48 |
| 8.4    | Impiego di terre appartenenti ai gruppi A <sub>2-6</sub> , A <sub>2-7</sub> .....                                   | 49 |
| 8.5    | Impiego di terre appartenenti ai gruppi A <sub>4</sub> , A <sub>5</sub> , A <sub>6</sub> , A <sub>7</sub> .....     | 50 |
| 9      | <b>FONDAZIONI stradali</b> .....                                                                                    | 50 |
| 9.1    | <b>MISTO GRANULARE STABILIZZATO PER FONDAZIONE E/O SOTTOFONDAZIONE</b> ..                                           | 50 |
| 9.1.1  | Descrizione .....                                                                                                   | 50 |
| 9.1.2  | CARATTERISTICHE DEI MATERIALI DA IMPIEGARE (piattaforma stradale) .....                                             | 50 |
| 9.1.3  | STUDIO PRELIMINARE .....                                                                                            | 51 |
| 9.1.4  | MODALITÀ ESECUTIVE .....                                                                                            | 51 |
| 9.1.5  | NORME DI CONTROLLO DELLE LAVORAZIONI .....                                                                          | 52 |
| 10     | <b>Pietre naturali e marmi</b> .....                                                                                | 52 |
| 10.1   | Generalità – Caratteristiche tecniche e nomenclatura .....                                                          | 52 |
| 10.2   | Pietra da taglio .....                                                                                              | 54 |
| 10.3   | BASALTO LAVICO BOCCIARDATO .....                                                                                    | 54 |
| 11     | <b>malta per sigillatura fughe pavimentazione</b> .....                                                             | 54 |
| 11.1   | <b>MALTA</b> per sigillatura giunti pavimentazione .....                                                            | 54 |
| 11.1.1 | Requisiti dei materiali .....                                                                                       | 54 |
| 11.1.2 | Posa in opera .....                                                                                                 | 54 |
| 11.2   | <b>MAGRONE</b> .....                                                                                                | 55 |
| 11.3   | <b>TABELLE</b> .....                                                                                                | 55 |
| 12     | <b>MATERIALI DIVERSI E SPECIALI</b> .....                                                                           | 60 |
| 12.1   | <b>ACCESSORI PER CAMERETTE E POZZETTI STRADALI</b> .....                                                            | 60 |
| 12.1.1 | Dispositivi di chiusura per camerette d'ispezione .....                                                             | 60 |
| 12.1.2 | Griglie e chiusini per pozzetti stradali (caditoie) .....                                                           | 61 |
| 12.1.3 | Gradini per pozzetti di ispezione .....                                                                             | 61 |
| 12.2   | <b>MATERIALI PER GIUNZIONI</b> .....                                                                                | 61 |
| 12.2.1 | Elastomeri per anelli di tenuta .....                                                                               | 61 |
| 12.2.2 | Esecuzione delle giunzioni .....                                                                                    | 62 |

|             |                                                                        |           |
|-------------|------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>13</b>   | <b><i>tubazioni e prodotti in materiale plastico</i></b>               | <b>63</b> |
| <b>13.1</b> | <b>TUBI, RACCORDI E VALVOLE DI POLIETILENE (pe)</b>                    | <b>63</b> |
| 13.1.1      | Generalità                                                             | 63        |
| 13.1.2      | Tubi a parete strutturata per scarichi                                 | 63        |
| <b>13.2</b> | <b>TUBI E RACCORDI DI CLORURO DI POLIVINILE (PVC)</b>                  | <b>63</b> |
| 13.2.1      | Generalità                                                             | 63        |
| 13.2.2      | Tubi e raccordi per fognature e scarichi interrati                     | 63        |
| <b>13.3</b> | <b>TUBI, RACCORDI E VALVOLE DI POLIETILENE ad alta densita' (pead)</b> | <b>64</b> |
| 13.3.1      | Generalità                                                             | 64        |
| 13.3.2      | Tubo Pead per fogna a gravità                                          | 65        |
| 13.3.3      | CARATTERISTICHE TECNICHE DEI TUBI                                      | 65        |
| 13.3.4      | MARCATURE                                                              | 66        |
| 13.3.5      | ACCETTAZIONE DEI MATERIALI                                             | 66        |
| 13.3.6      | MOVIMENTAZIONE DEI MATERIALI                                           | 66        |
| 13.3.7      | COLLAUDO IDRAULICO IN OPERA                                            | 67        |
| <b>14</b>   | <b><i>LETTO DI POSA PER TUBAZIONI</i></b>                              | <b>68</b> |
| <b>14.1</b> | <b>APPOGGIO SU SUOLI NATURALI</b>                                      | <b>68</b> |
| <b>14.2</b> | <b>APPOGGIO SU MATERIALE DI RIPORTO</b>                                | <b>68</b> |
| <b>14.3</b> | <b>APPOGGIO SU CALCESTRUZZO</b>                                        | <b>68</b> |
| <b>14.4</b> | <b>CAMICIA IN CALCESTRUZZO</b>                                         | <b>69</b> |
| <b>15</b>   | <b><i>MODALITÀ ESECUTIVE POSA IN OPERA DELLE TUBAZIONI</i></b>         | <b>69</b> |
| <b>15.1</b> | <b>CONTROLLO E PULIZIA DEI TUBI</b>                                    | <b>69</b> |
| <b>15.2</b> | <b>NICCHIE IN CORRISPONDENZA DEI GIUNTI</b>                            | <b>69</b> |
| <b>15.3</b> | <b>CONTINUITÀ DEL PIANO DI POSA</b>                                    | <b>70</b> |
| <b>15.4</b> | <b>TUBI DANNEGGIATI DURANTE LA POSA IN OPERA</b>                       | <b>70</b> |
| <b>15.5</b> | <b>PIANO DI POSA</b>                                                   | <b>70</b> |
| 15.5.1      | Modalità di posa in opera                                              | 70        |
| <b>16</b>   | <b><i>RINTERRO DELLE TUBAZIONI</i></b>                                 | <b>71</b> |
| <b>16.1</b> | <b>GENERALITÀ</b>                                                      | <b>71</b> |
| <b>16.2</b> | <b>ESECUZIONE DEL RINTERRO</b>                                         | <b>71</b> |
| <b>16.3</b> | <b>RINTERRI IN SITUAZIONI PARTICOLARI</b>                              | <b>72</b> |
| <b>16.4</b> | <b>RACCOMANDAZIONI PER LA COMPATTAZIONE</b>                            | <b>72</b> |
| <b>17</b>   | <b><i>OPERE IDRAULICHE</i></b>                                         | <b>73</b> |
| <b>17.1</b> | <b>CADITOIE STRADALI</b>                                               | <b>73</b> |
| 17.1.1      | Generalità                                                             | 73        |
| 17.1.2      | Pozzetti per la raccolta delle acque stradali                          | 74        |
| 17.1.3      | Materiali                                                              | 74        |
| 17.1.4      | Marcatura                                                              | 75        |
| 17.1.5      | Caratteristiche costruttive                                            | 75        |
| <b>17.2</b> | <b>CAMERETTE D'ISPEZIONE</b>                                           | <b>77</b> |
| 17.2.1      | Ubicazione                                                             | 77        |

|               |                                                                                             |           |
|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 17.2.2        | Caratteristiche costruttive .....                                                           | 77        |
| 17.2.3        | Dispositivi di chiusura e di coronamento .....                                              | 77        |
| <b>17.3</b>   | <b>POZZETTI PREFABBRICATI.....</b>                                                          | <b>77</b> |
| <b>17.4</b>   | <b>POZZETTI REALIZZATI IN OPERA.....</b>                                                    | <b>78</b> |
| <b>17.5</b>   | <b>COLLEGAMENTO DEL POZZETTO ALLA RETE .....</b>                                            | <b>78</b> |
| <b>17.6</b>   | <b>POZZETTI DI SALTO (DIVERSI DAI DISSIPATORI DI CARICO PER SALT</b>                        | <b>78</b> |
| <b>Al 7m)</b> |                                                                                             |           |
| <b>17.7</b>   | <b>POZZETTI DI LAVAGGIO (O DI CACCIATA).....</b>                                            | <b>78</b> |
| <b>18</b>     | <b>SEGNALETICA stradale .....</b>                                                           | <b>79</b> |
| <b>18.1</b>   | <b>Segnaletica verticale .....</b>                                                          | <b>79</b> |
| 18.1.1        | Pellicole .....                                                                             | 79        |
| 18.1.2        | Accertamento dei livelli di qualità.....                                                    | 79        |
| 18.1.3        | Definizioni.....                                                                            | 80        |
| 18.1.4        | Caratteristiche colorimetriche, fotometriche e metodologie di misura .....                  | 81        |
| 18.1.5        | Caratteristiche tecnologiche e metodologiche di prova .....                                 | 84        |
| 18.1.6        | Individuazione delle pellicole retroriflettenti .....                                       | 88        |
| 18.1.7        | Caratteristiche dei sostegni, supporti ed altri materiali usati per la segnaletica stradale | 89        |
| 18.1.8        | Supporti in lamiera .....                                                                   | 89        |
| 18.1.9        | Attacchi .....                                                                              | 90        |
| 18.1.10       | Sostegni.....                                                                               | 90        |
| 18.1.11       | Sostegni a portale.....                                                                     | 90        |
| 18.1.12       | Fondazioni e posa in opera .....                                                            | 90        |
| <b>18.2</b>   | <b>SEGNALETICA ORIZZONTALE IN VERNICE .....</b>                                             | <b>90</b> |
| 18.2.1        | Generalità .....                                                                            | 90        |
| 18.2.2        | Prove ed accertamenti.....                                                                  | 91        |
| 18.2.3        | Caratteristiche delle vernici.....                                                          | 91        |
| <b>18.3</b>   | <b>SEGNALETICA ORIZZONTALE TEMPORANEA .....</b>                                             | <b>93</b> |
| 18.3.1        | Materiali preformati retrorifrangenti.....                                                  | 93        |

## PARTE II - NORME TECNICHE

### 1 CARATTERISTICHE GENERALI

#### 1.1 CONDIZIONI DI ACCETTAZIONE

##### 1.1.1 GENERALITÀ

I materiali, i manufatti e le forniture in genere da impiegare nelle opere da eseguire dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio, possedere i requisiti stabiliti dalle leggi e dai regolamenti vigenti in materia ed inoltre corrispondere alle specifiche norme che saranno indicate nel Capitolato Speciale d'Appalto negli altri atti contrattuali. Essi inoltre, se non diversamente prescritto o consentito, dovranno rispondere alle specificazioni tecniche dei relativi Enti di unificazione e normazione (UNI, EN, ISO, CEI, ecc.) con la notazione che, ove il richiamo del presente testo fosse indirizzato a norme ritirate o sostituite, la relativa valenza dovrà ritenersi rispettivamente prorogata (salvo diversa specifica) o riferita alla norma sostitutiva.

Potranno essere impiegati materiali e prodotti conformi ad una norma armonizzata o ad un benessere tecnico europeo come definiti dalla Direttiva 89/106/CEE, ovvero conformi a specifiche nazionali dei Paesi della Comunità Europea, qualora dette specifiche garantiscano un livello di sicurezza equivalente e tale da soddisfare i requisiti essenziali allegati alla citata direttiva. Salvo diversa indicazione, i materiali e le forniture proverranno da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza purché, ad insindacabile giudizio della Direzione dei lavori, ne siano riconosciute l'idoneità e la corrispondenza ai requisiti prescritti.

L'Appaltatore è obbligato a prestarsi, in qualsiasi momento, ad eseguire o a far eseguire presso il laboratorio di cantiere, presso gli stabilimenti di produzione o presso gli Istituti autorizzati, tutte le prove che saranno 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. Il prelievo dei campioni, da eseguire secondo le norme UNI, UNI EN, ecc., verrà effettuato in contraddittorio e sarà appositamente verbalizzato.

L'Appaltatore farà sì che tutti i materiali abbiano ad avere, durante il corso dei lavori, le medesime caratteristiche riconosciute ed accettate dalla Direzione dei Lavori. Pertanto, qualora in corso di coltivazione di cave o di esercizio di fabbriche, stabilimenti, ecc. i materiali e le forniture non fossero più rispondenti ai requisiti prescritti, ovvero venissero a mancare e si presentasse quindi la necessità di cambiamenti nell'approvvigionamento, nessuna eccezione potrà accampare l'Appaltatore, né alcuna variazione di prezzi, fermi restando gli obblighi di cui al primo capoverso.

Le provviste non accettate dalla Direzione dei lavori, in quanto ad insindacabile giudizio non riconosciute idonee, dovranno essere immediatamente allontanate dal cantiere, a cura e spese dell'Appaltatore, e sostituite con altre rispondenti ai requisiti richiesti. Lo stesso 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.

### 1.1.2 MARCHIO CE

Nel caso in cui i materiali da costruzione debbano garantire il rispetto di uno o più requisiti essenziali di cui all'allegato A del D.P.R. 21 aprile 1993, n. 246, gli stessi dovranno essere dotati di marcatura CE. Tale marcatura (art. 3, D.P.R.) sarà indice di:

- conformità alle norme nazionali che recepiscono norme armonizzate;
- conformità, nel caso non esistano norme armonizzate, alle norme nazionali riconosciute dalla Commissione a beneficiare della presunzione di conformità;
- conformità al "Benestare tecnico europeo" di cui all'art. 5 del citato D.P.R.

L'attestato di conformità CE rilasciato da parte di un organismo riconosciuto o la dichiarazione di conformità rilasciata dal fabbricante o da un suo mandatario in rapporto alle procedure previste dall'art. 7 del D.P.R. n. 246/93, dovrà contenere gli elementi informativi particolarmente elencati all'art. 10 dello stesso decreto.

Per ciò che riguarda le miscele e lavorazioni valgono le prescrizioni o le indicazioni prestazionali contenute negli appositi articoli.

La scelta di un tipo di materiale nei confronti di un altro o tra i diversi tipi dello stesso materiale, sarà fatta, nei casi non definiti inequivocabilmente dalle Norme Tecniche, in base a giudizio della Direzione dei Lavori

I conglomerati bituminosi per essere ritenuti **idonei e quindi impiegabili**, dovranno essere dotati obbligatoriamente di marcatura CE.

I requisiti **obbligatorî** richiesti sono:

- Temperatura della miscela alla produzione e alla consegna (valori di soglia)
- Contenuto minimo di legante (categoria e valore reale)
- Composizione granulometrica (valore %)
- Contenuto dei vuoti a 10 rotazioni (categoria e valore reale)

Tutte queste grandezze dovranno rientrare nei parametri indicati nel presente Capitolato (oltre alle altre non facenti parte della marcatura CE ma contenute nelle presenti Norme Tecniche).

### 1.1.3 MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE

I materiali ed i prodotti per uso strutturale dovranno rispondere ai requisiti indicati al Paragrafo II delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" anno 2018. In particolare dovranno essere:

- identificati mediante la descrizione, a cura del fabbricante, del materiale stesso e dei suoi componenti elementari;
- certificati mediante la documentazione di attestazione che preveda prove sperimentali per misurarne le caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche, effettuate da un ente terzo indipendente ovvero, ove previsto, autocertificate dal produttore secondo procedure stabilite dalle specifiche tecniche europee richiamate nelle superiori "Norme Tecniche";
- accettati dal Direttore dei lavori mediante controllo delle certificazioni di cui in precedenza e mediante le prove sperimentali di accettazione previste nelle stesse norme per misurarne le caratteristiche di cui sopra.

Nei casi in cui per i materiali e prodotti per uso strutturale è prevista la marcatura CE ai sensi del D.P.R. 21 aprile 1993, n. 246 (modificato con D.P.R. 10 dicembre 1997, n. 499), ovvero la qualificazione secondo le superiori norme tecniche, la relativa "attestazione di conformità" dovrà essere consegnata alla Direzione Lavori. Negli altri casi, l'idoneità sarà accertata attraverso le procedure stabilite dal Servizio Tecnico Centrale che dovranno essere almeno equivalenti a quelle delle corrispondenti norme europee armonizzate ovvero a quelle previste dalle superiori norme.

### 1.1.4 MATERIALI E PRODOTTI PERICOLOSI

Ai sensi del D.Lgs. 2 febbraio 2002, n. 25, che richiama il precedente D.Lgs. 3 febbraio 1997, n. 52, e s.m.i. sulla salute e sicurezza dei lavoratori, i materiali ed i prodotti pericolosi (pitture, vernici, impregnanti,

malte particolari, ecc.) dovranno essere corredati, da parte del produttore, di apposita "Scheda informativa di sicurezza".

## **2 MATERIALI NATURALI, DI CAVA E ARTIFICIALI**

### **2.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

L'Appaltatore sarà tenuto all'osservanza di tutte le normative cogenti a livello nazionale in merito ai contenuti delle presenti prescrizioni; a queste si aggiungeranno tutte le norme e le istruzioni tecniche non cogenti che verranno richiamate nei successivi paragrafi.

In particolare dovranno essere rispettate le seguenti normative e prescrizioni, compresi gli eventuali aggiornamenti, modifiche ed integrazioni:

- [1] Legge 1086 del 5 Novembre 1971, "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica".
- [2] Circ. Min. LL. PP., 14/02/1974, n. 11951, "Applicazione della legge n. 1086/71"
- [3] D.M. 14-1-2008 – Norme tecniche per le costruzioni.
- [4] UNI EN 196-1. Metodi di prova del cemento.
- [5] UNI EN 197-1. Cemento – Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni.
- [6] UNI EN 206-1. Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità.
- [7] UNI 11104. Specificazione, prestazione, produzione e conformità. Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1.
- [8] Servizio Tecnico Centrale del Ministero dei Lavori Pubblici - Linee guida sul calcestruzzo strutturale, 1996.
- [9] Servizio Tecnico Centrale del Ministero dei Lavori Pubblici - Linee guida per la Produzione, il Trasporto ed il Controllo del calcestruzzo preconfezionato, 2003.

Si dovranno sempre utilizzare le versioni più recenti delle norme. Nel caso in cui una normativa ne richiami un'altra superata e sostituita, si dovrà sempre fare riferimento alla nuova norma sostitutiva, anche nel caso in cui i contenuti siano stati ridotti.

## **3 MANUFATTI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO IN OPERA**

Il presente capitolo si riferisce alle opere in calcestruzzo "normale" secondo la norma UNI EN 206-1, ovvero un "calcestruzzo avente massa volumica, dopo essiccamento in stufa, maggiore di 2000 kg/m<sup>3</sup> ma non maggiore di 2600 kg/m<sup>3</sup>".

Qualora l'Appaltatore impieghi conglomerato cementizio preconfezionato pronto all'uso, per il quale si richiamano la norma UNI EN 206-1 e le "Linee guida per la Produzione, il Trasporto ed il Controllo del calcestruzzo preconfezionato", le prescrizioni sulla qualifica dei materiali e degli impasti, sulle modalità esecutive e sui controlli e prove dovranno essere comunque rispettate.

L'Appaltatore resta l'unico responsabile nei confronti del Direttore dei Lavori per l'impiego di conglomerato cementizio preconfezionato nelle opere in oggetto dell'appalto e si obbliga a rispettare ed a far rispettare scrupolosamente tutte le norme regolamentari e di legge stabilite sia per i materiali sia per il confezionamento e trasporto in opera del conglomerato dal luogo di produzione.

### **3.1 REQUISITI DI BASE DEI MATERIALI**

#### **3.1.1 GENERALITÀ**

I materiali componenti non devono contenere sostanze nocive in quantità tali che possano compromettere la durabilità del calcestruzzo o causare corrosione dell'armatura e devono essere idonei all'impiego previsto nel calcestruzzo.

Nel calcestruzzo, che dovrà essere conforme alla UNI EN 206-1, devono essere utilizzati solo i componenti di idoneità accertata per la specifica applicazione.

Nel seguito si definiscono i requisiti dei materiali componenti il calcestruzzo:

- cemento (§ 4.1.2);

- inerti (§ 4.1.3);
- acqua di impasto (§ 4.1.4);
- aggiunte (§ 4.1.5);
- additivi (§ 4.1.5.5);

e le caratteristiche di altri materiali utilizzati nell'esecuzione delle opere:

- acciaio per armature (§ 4.1.6);
- disarmanti (§ 4.1.7);
- antievaporanti (§ 4.1.8).

### 3.1.2 CEMENTO

#### 3.1.2.1 *Classificazione*

I cementi da utilizzare sono quei leganti idraulici di cui all'articolo 1, lettera A, della legge 26/05/1965, definiti in modo dettagliato nella UNI EN 197-1 ai § 4 (definizione), § 5 (costituenti) e § 6 (denominazione):

- CEM I (Portland)
- CEM II (Portland composito)
- CEM III (Altoforno)
- CEM IV (Pozzolanico)
- CEM V (Composito)

E' vietato l'utilizzo di cemento alluminoso, definito in base alla legge n° 595 del 26/05/1965 come "il prodotto ottenuto con la macinazione del clinker costituito essenzialmente da alluminati idraulici di calcio".

E' vietato l'uso di cementi diversi per l'esecuzione di ogni singola opera o elemento costruttivo.

#### 3.1.2.2 *Fornitura ed accettazione del cemento*

Il produttore ed il centro di distribuzione dei cementi dovranno essere controllati e certificati secondo le procedure definite dal D.M. 12/07/1999 n° 314 "Regolamento recante norme per il rilascio dell'attestato di conformità per i cementi destinati alle opere di ingegneria strutturale e geotecnica [...]" e relativi allegati. L'attestato di conformità per i cementi può essere rilasciato solo dall'I.C.I.T.E. (Istituto Centrale per l'Industrializzazione e la Tecnologia Edilizia) del C.N.R. o da altri organismi abilitati.

In particolare, sia il produttore che il centro di distribuzione dovranno essere certificato anche in base alla UNI EN 197-2 e secondo i criteri di conformità esposti nella UNI EN 197-1 al § 7, come indicato dallo stesso D.M. 12/07/1999 n° 314.

I cementi devono essere identificati in base alla denominazione normalizzata precisata al § 8 della UNI EN 197-1.

L'Appaltatore dovrà inoltre approvvigionare il cemento presso cementifici che diano garanzie di qualità, costanza del tipo e continuità di fornitura. Ogni partita di cemento ricevuta in cantiere dovrà essere accompagnata da certificato di controllo qualità all'origine. All'inizio dei lavori

l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori un impegno, assunto dalle cementerie prescelte, a fornire cemento per il quantitativo previsto e i cui requisiti soddisfino i requisiti chimici e fisici richiesti. Tale dichiarazione sarà essenziale affinché la Direzione Lavori possa dare il benestare per l'approvvigionamento del cemento presso le cementerie prescelte.

I cementi debbono essere forniti in "sacchi sigillati, in imballaggi speciali a chiusura automatica a valvola che non possono essere aperti senza lacerazione o alla rinfusa", rispettando le indicazioni di cui all'art. 3, 4 e 5 della legge n° 595 del 26/05/1965.

#### 3.1.2.3 *Caratteristiche del cemento*

Le resistenze meccaniche ed i requisiti chimici e fisici del cemento dovranno rispettare le prescrizioni stabilite dalla UNI EN 197-1, ed in particolare:

Requisiti meccanici (§ 4.2): classe di resistenza (definita attraverso delle prove a compressione, normalizzata ed iniziale, eseguite in conformità alla UNI EN 196-1).

Requisiti fisici (§ 4.2): prova dei tempi di presa e prova di stabilità (UNI EN 196-3).

Requisiti chimici (§ 4.2): perdita al fuoco; residuo insolubile; contenuto di solfati SO<sub>3</sub>; contenuto di cloruri; pozzolanicità (solo per cementi pozzolanici).

In molte applicazioni, in particolare in condizioni ambientali severe, la scelta del cemento ha una influenza sulla durabilità del calcestruzzo, per esempio in termini di resistenza al gelo, resistenza chimica e protezione dell'armatura. La scelta del cemento, nell'ambito della UNI EN 197-1 ed UNI 11104, con particolare riguardo al tipo e alla classe di resistenza per diverse applicazioni e classi di esposizione, deve rispettare le norme e/o i regolamenti adeguati relativi al calcestruzzo; lo stesso Produttore del cemento potrà aiutare l'Appaltatore in base ad esperienze precedenti.

L'Appaltatore dovrà tempestivamente fornire alla Direzione Lavori una copia delle prove e dei certificati d'origine rilasciati dal produttore del cemento, relativamente alle prove sopra elencate.

### 3.1.3 INERTI O AGGREGATI

#### 3.1.3.1 *Classificazione*

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, in proporzioni nocive all'indurimento del conglomerato od alla conservazione delle armature.

Gli inerti da utilizzare per il confezionamento del calcestruzzo strutturale sono quelli definiti come "aggregati" nella norma europea armonizzata UNI EN 12620; ove specificato nel progetto, nel caso di impiego di "aggregati leggeri", si dovrà invece fare riferimento alla norma UNI EN 13055-1:2003.

E' consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo i limiti di cui alla tabella 11.2.III del D.M. 17/01/2018 "Norme tecniche per le costruzioni" a condizione che la miscela di calcestruzzo confezionata con aggregati riciclati venga preliminarmente qualificata e documentata attraverso idonee prove di laboratorio.

Nella prescrizioni di progetto si potrà fare utile riferimento anche alle norme UNI 8520-1:2005 ed UNI 8520-2:2005 al fine di individuare i requisiti chimico fisici aggiuntivi rispetto a quelli fissati per gli aggregati naturali.

La denominazione degli aggregati dovrà pertanto essere conforme:

alla UNI 8520-1, per le normative che fanno riferimento a tale classificazione (tra cui la UNI 8520-2);

alla UNI EN 12620, per le normative che fanno riferimento a tale classificazione (tra cui la UNI EN 206-1).

In generale sarà quindi necessario definire gli aggregati secondo questa doppia classificazione, necessaria a seconda dell'utilizzo e delle prove da effettuarsi sull'aggregato stesso.

In relazione alla loro granulometria:

per la UNI 8520-1, gli aggregati sono classificati come:

- filler: con passante allo staccio 0,063 mm UNI EN 933-2 > 90%;
- aggregati fini: con passante allo staccio 4 mm UNI EN 933-2 > 95%;
- aggregati grossi: con passante allo staccio 4 mm UNI EN 933-2 < 5%;
- aggregati misti: costituiti da una miscela di aggregati grossi e fini.

per la UNI EN 12620, si definiscono gli aggregati tramite la designazione d/D, che stabilisce una coppia di stacci per la quale si ottiene un passante in massa indicato al prospetto 2 della norma stessa; si distinguono aggregati grosso, fine, naturale 0/8 e misto; la granulometria del filler dovrà essere conforme ai limiti del prospetto 7 della norma stessa.

#### 3.1.3.2 *Caratteristiche dell'aggregato*

I requisiti chimici e fisici dell'aggregato sono quelli stabiliti dalla UNI 8520-2, ed in particolare:

“caratteristiche fondamentali”: minerali nocivi; granulometria (e dimensione massima nominale dell’aggregato); percentuale passante allo staccio 0,063 UNI EN 933-2; equivalente in sabbia (ES) e valore di blu di metilene (MB); contenuto di grumi di argilla e particelle friabili; contenuto di solfati solubili in acido; contenuto di cloruri solubili in acqua; massa volumica media del granulo (MV) saturo a superficie asciutta; assorbimento superficiale; contenuto di sostanza humica negli aggregati fini.

“caratteristiche aggiuntive”: contenuto di contaminanti leggeri; resistenza a compressione; indice di forma; coefficiente di appiattimento; resistenza alla frammentazione; resistenza ai cicli di gelo e disgelo; degradabilità mediante soluzione solfatica; confronto in calcestruzzo delle proprietà meccaniche rispetto ad aggregati di caratteristiche note; potenziale reattività in presenza di alcali.

I valori limite per questi requisiti dipendono dalla classe di esposizione del calcestruzzo (vedere § 4.2.3).

Gli aggregati impiegati per il confezionamento del conglomerato cementizio potranno provenire da trattamento vagliatura e lavaggio dei materiali alluvionali oppure da idonea frantumazione vagliatura e lavaggio di materiali di cava.

### 3.1.4 ACQUA DI IMPASTO

L’acqua d’impasto dovrà essere dolce, limpida, esente da tracce di cloruri o solfati, non inquinata da materie organiche o comunque dannose all’uso cui le acque medesime sono destinate; dovrà essere definita la sua provenienza ad avere caratteristiche costanti nel tempo.

L’acqua dovrà essere conforme ai requisiti della UNI EN 1008, con riferimento a:

- valutazione preliminare (colore; presenza di oli e grassi, detergenti e sostanze in sospensione; odore; acidità; sostanza humica) (§ 4.2 della norma citata);
- proprietà chimiche (cloruri, solfati, alcali, sostanza dannose) (§ 4.3 della norma citata);
- tempo di presa e resistenza (§ 4.4 della norma citata);

L’acqua della rete potabile è considerata conforme ai requisiti del presente paragrafo.

Sono escluse come acqua d’impasto le acque provenienti da scarichi industriali o di qualunque genere. L’acqua di riciclo proveniente dalla produzione di calcestruzzo potrà essere utilizzata nel rispetto dell’Appendice A della UNI EN 1008.

### 3.1.5 AGGIUNTE

Secondo la UNI EN 206-1, si definisce aggiunta un “materiale finemente suddiviso usato nel calcestruzzo allo scopo di migliorare certe proprietà o di ottenere proprietà speciali”. Si distinguono due tipi di aggiunte inorganiche:

- aggiunte praticamente inerti (tipo I): filler e pigmenti;
- aggiunte pozzolaniche o ad attività idraulica latente (tipo II): ceneri volanti e fumi di silice.

E’ ammesso l’impiego di aggiunte di tipo I e di tipo II, purché non vengano modificate negativamente le caratteristiche fisico-chimico-meccaniche dei conglomerati cementizi allo stato fresco ed indurito, prescritte nei paragrafi relativi.

L’impiego di tutte le aggiunte dovrà essere preventivamente sperimentato e dichiarato nel mix design della miscela di conglomerato cementizio progettata in fase di qualifica. La Direzione Lavori deciderà, a suo insindacabile giudizio, se le aggiunte proposte dall’Appaltatore potranno o no essere usate, anche in base alle conoscenze disponibili da precedenti lavori o sperimentazioni. Su richiesta della Direzione Lavori, l’Appaltatore dovrà inoltre esibire certificati di prove di Laboratorio Ufficiale che dimostrino la conformità del prodotto alle disposizioni vigenti; dovrà essere garantita la qualità e la costanza delle caratteristiche dei prodotti da impiegare.

Particolare cura dovrà essere posta alla loro influenza sulla richiesta d’acqua, sul dosaggio di cemento, sul rapporto A/C, sulla lavorabilità del calcestruzzo fresco, sulla durabilità dell’opera e sul controllo del ritiro ed espansione del calcestruzzo.

#### 3.1.5.1 *Filler*

I filler dovranno essere conformi alla UNI EN 12620.

#### 3.1.5.2 Pigmenti

I pigmenti dovranno essere conformi alla UNI EN 12878.

#### 3.1.5.3 Ceneri volanti

Le ceneri volanti dovranno essere conformi alla UNI EN 450, con riferimento alle prove di perdita al fuoco, finezza, variazione della finezza, cloruro, ossido di calcio, anidride solforica, stabilità ed indice di attività.

Le ceneri volanti non dovranno contenere impurezze (lignina, residui oleosi, pentossido di vanadio, etc.) che possano danneggiare o ritardare la presa e l'indurimento del cemento.

#### 3.1.5.4 Fumi di silice (o silice fume)

I fumi di silice sono costituiti essenzialmente da silice attiva colloidale amorfa, costituita da particelle sferiche isolate di  $\text{SiO}_2$  con diametro compreso tra 0,01 e 0,5 micron, ottenuta da un processo di tipo metallurgico, durante la produzione di silicio metallico o di leghe ferro-silicio, in un forno elettrico ad arco.

Si dovrà porre particolare attenzione al controllo in corso d'opera del mantenimento della costanza delle caratteristiche granulometriche e fisico-chimiche che dovranno essere comprese entro i valori indicati nella Tabella 1

| Caratteristiche                            | Unità di misura        | Limiti di accettazione |
|--------------------------------------------|------------------------|------------------------|
| $\text{SiO}_2$                             | %                      | $\geq 85$              |
| CaO                                        | %                      | $\leq 1,2$             |
| Superficie specifica                       | $\text{m}^2/\text{gr}$ | da 20 a 35             |
| $\text{Al}_2\text{O}_3$                    | %                      | $\leq 0,4$             |
| $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ | %                      | $\leq 4,0$             |
| Cl                                         | %                      | $\leq 0,2$             |
| MgO                                        | %                      | $\leq 0,9$             |
| Carbone libero (da calcinazione)           | %                      | $\leq 4,0$             |
| Umidità (in forno a $106^\circ\text{C}$ )  | %                      | $\leq 1,0$             |
| PH                                         | -                      | 6,3 - 6,8              |
| $\text{Fe}_2\text{O}_3$                    | %                      | $\leq 0,3$             |
| Massa volumica reale                       | $\text{t}/\text{m}^3$  | 2,1 - 2,4              |

**Tabella 1 Requisiti della microsilice.**

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

Poichè i fumi di silice possiedono un elevato potere di ritenzione d'acqua, il loro impiego dovrà sempre essere associato a quello di additivi fluidificanti compatibili.

Nel caso di utilizzo dell'autobetoniera come mescolatore, i fumi in polvere dovranno essere immessi contemporaneamente ad almeno il 50% dell'acqua totale, per formare una sospensione acquosa.

#### 3.1.5.5 Additivi

Si definisce additivo per calcestruzzo quel "materiale aggiunto durante il procedimento di miscelazione del calcestruzzo in quantità non maggiore del 5% in massa del contenuto di cemento del calcestruzzo, per modificare le proprietà della miscela nello stato fresco e/o indurito" (UNI EN 934-2).

Dovranno essere utilizzati solo gli additivi elencati nel § 3 della UNI EN 934-2, ovvero:

- additivo riduttore di acqua / fluidificante;
- additivo riduttore di acqua ad alta efficacia / superfluidificante;
- additivo ritentore di acqua;
- additivo aerante;
- additivo accelerante di presa;
- additivo accelerante di indurimento;

- additivo ritardante di presa;
- additivo resistente all'acqua o impermeabilizzante;
- additivo ritardante di presa / riduttore di acqua / fluidificante
- additivo ritardante di presa / riduttore di acqua ad alta efficacia / superfluidificante;
- additivo accelerante di presa / riduttore di acqua / fluidificante

Gli additivi utilizzati dovranno rispettare i requisiti generali e specifici indicati nel § 4 della UNI EN 934-2 (che sostituisce tutte le norme da UNI 7101 a UNI 7109).

Si definisce inoltre additivo multifunzionale quel additivo “aggiunto durante il processo di miscelazione del calcestruzzo in quantità non maggiore del 5% in massa sul contenuto di cemento del calcestruzzo, che modifica due o più proprietà del calcestruzzo fresco e/o indurito”; le prestazioni di tali additivi dovranno comprendere più di uno degli effetti definiti nella UNI EN 934-2 e rientrare nei requisiti definiti nella UNI EN 10765.

L'impiego di tutti gli additivi dovrà essere preventivamente sperimentato e dichiarato nel mix design della miscela di conglomerato cementizio progettata in fase di qualifica. La Direzione

Lavori deciderà, a suo insindacabile giudizio, se gli additivi proposti dall'Appaltatore potranno o no essere usati, anche in base alle conoscenze disponibili da precedenti lavori o sperimentazioni. Su richiesta della Direzione Lavori, l'Appaltatore dovrà inoltre esibire certificati di prove di Laboratorio Ufficiale che dimostrino la conformità del prodotto alle disposizioni vigenti; dovrà essere garantita la qualità e la costanza delle caratteristiche dei prodotti da impiegare.

Nel caso di uso contemporaneo di più additivi l'Appaltatore dovrà fornire alla Direzione Lavori la prova della loro compatibilità.

Particolare cura dovrà essere posta alla loro influenza sulla richiesta d'acqua, sul dosaggio di cemento, sul rapporto A/C, sulla lavorabilità del calcestruzzo fresco, sulla durabilità dell'opera e sul controllo del ritiro ed espansione del calcestruzzo.

#### 3.1.5.6 *Doppia additivazione*

Nel caso di impiego di additivi fluidificanti e superfluidificanti, in particolari condizioni di posa in opera (climi estremamente caldi, lunghe percorrenze dall'impianto di betonaggio alla bocca di getto, prevedibili lunghe attese prima del getto, ecc.) potrà essere autorizzata anche una doppia additivazione, ovvero l'aggiunta di una quantità nota di additivo residuo, caricato all'impianto, da miscelare in cantiere; il dosaggio complessivo di additivo al metro cubo non dovrà superare la quantità stabilita nel mix design.

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 prequalifica 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 Lavori potrà richiedere una miscelazione più prolungata in funzione dell'efficienza delle attrezzature e delle condizioni di miscelamento.

### 3.1.6 ACCIAIO PER ARMATURE

#### 3.1.6.1 *Classificazione*

L'acciaio per cemento armato comprende le tipologie indicate al § 11.3.2 del D.M. 17/01/2018 “Norme tecniche per le costruzioni”:

- acciai B450C / A in barre tonde ad aderenza migliorata, saldabili;
- fili di acciaio trafilato o laminato a freddo
- reti e tralicci di acciaio elettrosaldati.

### 3.1.6.2 *Caratteristiche dell'acciaio*

L'acciaio utilizzato per opere in cemento armato dovrà rispettare le prescrizioni di cui al § 11.3.2 del D.M. 17/01/2018 "Norme tecniche per le costruzioni" per quanto riguarda proprietà meccaniche, prove di aderenza e saldature.

### 3.1.6.3 *Fornitura, accettazione e stoccaggio*

Non si devono porre in opera armature eccessivamente ossidate, corrose, recanti difetti superficiali, che ne diminuiscano la resistenza, o ricoperte da sostanze che possano ridurre sensibilmente l'aderenza al conglomerato.

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

I controlli in stabilimento da parte del Produttore dovranno rispettare le prescrizioni riportate al § 11.3.1.2 del D.M. 17/01/2018.

### 3.1.7 DISARMANTI

Dovranno invece essere impiegati disarmanti 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.

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

La Direzione Lavori eseguirà un controllo della quantità di disarmante impiegato in relazione allo sviluppo della superficie di casseforme trattate.

### 3.1.8 ANTIEVAPORANTI

Eventuali prodotti antievaporanti filmogeni dovranno rispettare le prescrizioni contenute nella UNI 8656, relativamente a:

- ritenzione d'acqua;
- tempo di essiccamento;
- fattore di riflessione;
- influenza del prodotto sulle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo mediante prova di abrasione.

Tali prove dovranno essere eseguite in base alle UNI da 8657 a 8660.

L'Appaltatore deve sottoporre all'approvazione della Direzione Lavori la documentazione tecnica sul prodotto e sulle modalità di applicazione; egli deve accertarsi, che il materiale impiegato sia compatibile con prodotti di successive lavorazioni (ad esempio con il primer di adesione di guaine per impermeabilizzazione di solette) e che non interessi le zone di ripresa del getto.

## 3.2 **REQUISITI DI BASE PER LA COMPOSIZIONE DEL CALCESTRUZZO**

### 3.2.1 GENERALITÀ

L'Appaltatore, sulla scorta delle prescrizioni contenute nei progetti esecutivi delle opere in conglomerato cementizio e in base a quanto contenuto nel presente Capitolato, durante tutte le fasi di esecuzione dei lavori, comprese quelle preliminari, dovrà rispettare tutti i requisiti richiesti per i materiali e per il calcestruzzo.

Le modalità per determinare le caratteristiche dei materiali e del calcestruzzo dovranno rispettare le indicazioni contenute nella norma UNI EN 206-1, nel D.M. 17/01/2018 e nel Capitolato d'appalto "Manufatti in conglomerato cementizio".

I valori limite per questi requisiti dovranno in generale essere dedotti dalle tavole del Progettista; nel presente Capitolato verranno definiti dei requisiti aggiuntivi:

per la scelta dei materiali (§ da 4.2.2 a 4.2.5); a differenza delle caratteristiche del § 4.1, in questi paragrafi si definiscono i requisiti dei materiali nell'ottica di composizione di un calcestruzzo ottimale;

per il calcestruzzo (§ da 4.2.6 a 4.2.11), soprattutto nell'ottica della durabilità e della lavorabilità.

Quando lo riterrà opportuno e se necessario, la Direzione Lavori potrà richiedere ulteriori limitazioni, sia nella fase di accettazione dello studio preliminare di qualifica che durante l'esecuzione dei lavori. Questi requisiti dovranno essere scelti tenendo in debito conto il tipo e il volume di produzione, i lavori, le particolari apparecchiature, le procedure e le regole in uso sul luogo di produzione e sul luogo di impiego del calcestruzzo. Ulteriori requisiti possono essere necessari per particolari situazioni del luogo di produzione o per requisiti specifici relativi a particolari strutture o elementi strutturali.

Si puntualizza che per la realizzazione delle opere in conglomerato cementizio dovrà comunque essere impiegato esclusivamente "conglomerato cementizio a prestazione garantita" secondo la Norma UNI EN 206-1, ovvero "calcestruzzo le cui proprietà richieste e caratteristiche aggiuntive sono specificate al produttore, il quale è responsabile della fornitura di un calcestruzzo conforme alle proprietà richieste e alle caratteristiche aggiuntive". Le proprietà minime da richiedere sono:

- classe di resistenza;
- classe di esposizione;
- classe di consistenza;
- diametro massimo dell'aggregato.

Nel presente Capitolato si definiranno tutte le altre "caratteristiche aggiuntive" che potranno essere richieste dal Progettista o dalla Direzione Lavori in funzione dell'opera.

In nessun caso verrà ammesso l'impiego di "conglomerato cementizio a composizione richiesta" secondo la stessa Norma.

### 3.2.2 SCELTA DEL CEMENTO

Il dosaggio e le caratteristiche del cemento, esposte nel § 4.1.2.3, dovranno essere scelte tenendo presente:

- resistenze meccaniche e durabilità;
- la necessaria velocità di sviluppo della resistenza;
- l'esecuzione dell'opera;
- l'uso finale del calcestruzzo;
- le condizioni di maturazione (per esempio trattamento termico);
- le dimensioni della struttura (lo sviluppo di calore);
- le condizioni ambientali alle quali la struttura sarà esposta (secondo UNI 11104);
- la potenziale reattività degli aggregati agli alcali provenienti dai componenti.

Potranno essere effettuate ulteriori prove relative alla resistenza ai solfati secondo UNI 9156 e alla resistenza alle acque dilavanti secondo UNI 9606.

Il contenuto massimo di cemento di norma deve essere inferiore od uguale a 450 kg/mc. In casi particolari, per far fronte a specifiche esigenze, modifiche al dosaggio massimo potranno essere richieste alla Direzione Lavori. Tali richieste dovranno essere opportunamente motivate ed accompagnate in sede di qualifica del conglomerato cementizio per verificare gli effetti connessi con alti dosaggi di cemento (ritiro, crepe, etc.).

### 3.2.3 SCELTA DELL'AGGREGATO

Il tipo di aggregato, la granulometria e le proprietà definite al § 4.1.3.2 devono essere scelti considerando:

- l'esecuzione dell'opera;
- l'impiego finale del calcestruzzo;
- le condizioni ambientali alle quali la struttura sarà esposta (secondo UNI 11104);
- ogni requisito per le finiture del calcestruzzo;

- la potenziale reattività degli aggregati agli alcali provenienti dai componenti.

Per l'utilizzo di aggregati in frazione unica e di aggregati di recupero valgono le indicazioni dei § 5.2.3.2 e 5.2.3.3 della UNI EN 206-1 e del § 4.3 della UNI 11104.

### 3.2.3.1 *Prescrizioni sulla durabilità e classi di esposizione*

In molte applicazioni, in particolare in condizioni ambientali severe, la scelta dell'aggregato ha un'influenza sulla durabilità del calcestruzzo.

Gli aggregati vengono classificati in "categorie" in base alla classe di esposizione del calcestruzzo:

- Categoria A: senza limitazioni per classi di esposizione.
- Categoria B: per classi di esposizione X0 e XC1 (UNI 11104, prospetto 1).
- Categoria C: per calcestruzzi di classe di resistenza inferiore a C12/15 (UNI EN 206-1, prospetto 7).

In funzione delle categorie "A", "B" o "C", gli aggregati dovranno soddisfare le limitazioni riguardanti le "caratteristiche fondamentali" definite al prospetto 1 della norma UNI 8520-2 (già elencate al § 4.1.3.2).

Su indicazione del progettista o a discrezione della Direzione Lavori, potranno essere richieste anche le "caratteristiche aggiuntive" definite al prospetto 2 della norma UNI 8520-2.

Con riferimento alle "caratteristiche fondamentali e aggiuntive", si precisa quanto segue:

- contenuto di solfati solubili in acido: è consigliabile ridurre a 0,05% il limite di contenuto di SO<sub>3</sub>;
- resistenza al gelo-disgelo: si potrà eseguire una prova secondo l'appendice F della UNI EN 12620:2003, oltre che secondo UNI EN 1397-1;
- reattività alcali-silice. La presenza di minerali nocivi (pirite, marcasite e pirrotina) e di forme di silice reattiva verso gli alcali del cemento (opale, calcedonio, tridimite, cristobalite, quarzo cristallino in stato di alterazione o tensione, selce, vetri vulcanici, ossidiane) viene inoltre accertata in base ad un esame mineralogico (UNI EN 932-3), già prescritto nel presente Capitolato in quanto rientrante nelle "caratteristiche fondamentali" definite al prospetto 1 della norma UNI 8520-2; ove fosse presente silice reattiva si procederà all'esecuzione della prova "Potenziale reattività in presenza di alcali" della UNI 8520-22; non è ammessa la presenza di pirite, marcasite e pirrotina. Utili informazioni sono presenti anche nell'appendice G della UNI EN 12620:2003.
- degradabilità mediante soluzione solfatica: è consigliabile ridurre a 10% il limite di materiale disgregato dopo 5 cicli.

Anche se non specificato dal progettista, la Direzione Lavori potrà richiedere ulteriori prove per valutare la durabilità in termini di:

- resistenza all'abrasione con prova Los Angeles (UNI EN 1097-2), con una perdita di massa inferiore al 30%;
- stabilità di volume (per valutare la fessurazione per ritiro disgregativo del calcestruzzo), secondo § 5.7.2 della UNI EN 12620:2003.

### 3.2.3.2 *Prescrizioni sul diametro nominale massimo*

La dimensione massima (D<sub>max</sub>) dell'aggregato dovrà essere commisurata alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto ed all'ingombro delle armature, in modo che il calcestruzzo possa essere gettato e compattato attorno alle barre di armatura senza pericolo di segregazione; il diametro nominale massimo dovrà pertanto risultare almeno:

- minore di 0,25 volte la dimensione minima delle strutture;
- minore della spaziatura minima tra le barre di armatura, diminuita di 5mm;
- minore di 1.3 volte il copriferro.

### 3.2.3.3 *Granulometria degli aggregati*

Secondo le “Prescrizioni per il calcestruzzo” ATECAP, gli aggregati dovranno appartenere ad almeno tre classi granulometriche diverse; nella composizione della curva granulometrica nessuna frazione potrà essere dosata in percentuale maggiore del 55%, salvo preventiva autorizzazione della Direzione Lavori.

Le classi granulometriche dovranno essere mescolate tra loro in percentuali tali da formare miscele rispondenti ai criteri di curve granulometriche di riferimento, scelte in modo che l'impasto fresco ed indurito abbia i prescritti requisiti. Si dovrà adottare una curva granulometrica che, in relazione al dosaggio di cemento, garantisca la massima compattezza e la migliore lavorabilità del calcestruzzo.

Per aggregati con diametro massimo maggiore di 4 mm, le singole frazioni necessarie a comporre la curva granulometrica non dovranno contenere più del 15% di frazioni granulometriche che dovrebbero appartenere alle pezzature inferiore e superiore.

Il diametro inferiore (d) di una data frazione dovrà sempre risultare minore o uguale al diametro superiore (D) della frazione precedente.

Sarà facoltà della Direzione Lavori approvare eventualmente l'adozione di granulometria discontinua con preventiva verifica che l'impasto risponda alla prova di omogeneità.

Particolare attenzione dovrà essere rivolta alla granulometria della sabbia, al fine di ridurre al minimo il fenomeno dell'essudazione (bleeding) nel conglomerato cementizio.

La Direzione Lavori potrà richiedere dei fusi granulometrici più restrittivi di quelli indicati al prospetto 2 della UNI EN 12620 per quanto riguarda la classificazione dell'aggregato.

### 3.2.4 UTILIZZO DI AGGIUNTE

Le quantità di aggiunte di tipo II (ceneri volanti o silicea fume) dovranno essere dedotte in base al “concetto del valore k” descritto al § 5.2.5 della UNI EN 206-1 al § 4.2 della UNI 11104.

Nel caso si usino delle ceneri volanti, il loro contenuto in carbone può influire in modo non prevedibile sul contenuto d'aria inglobata.

### 3.2.5 UTILIZZO DI ADDITIVI

Per il quantitativo di additivi, si dovranno rispettare le prescrizioni indicate al § 5.2.6 della UNI EN 206-1.

### 3.2.6 CLASSI DEL CONGLOMERATO CEMENTIZIO

Le classi di conglomerato cementizio indicano la resistenza cubica caratteristica del conglomerato cementizio a 28 giorni di maturazione, espressa in MPa, secondo il Prospetto 7 della UNI EN 206.

### 3.2.7 CONTENUTO D'ACQUA E DI CEMENTO

Per determinare il rapporto acqua/cemento si dovrà fare riferimento alle indicazioni del § 5.4.2 della UNI EN 206-1.

Il quantitativo d'acqua deve essere il minimo necessario a consentire una buona lavorabilità del conglomerato.

La quantità d'acqua da usare per il confezionamento dell'impasto dovrà essere calcolata in base alla definizione di “contenuto totale d'acqua” della UNI EN 206-1, ovvero “acqua aggiunta più l'acqua già contenuta nell'aggregato e sulla superficie dell'aggregato più l'acqua degli additivi e delle aggiunte usate in forma di sospensione (slurry) e l'acqua derivante da una eventuale aggiunta di ghiaccio o da riscaldamento mediante vapore”.

Si dovrà fare riferimento alla condizione “satura a superficie asciutta”, nella quale l'aggregato non assorbe né cede acqua all'impasto (UNI 1097-6).

Il contenuto minimo di cemento non dovrà mai essere inferiore a 300 kg per mc di impasto.

### 3.2.8 DURABILITÀ

La durabilità delle opere in conglomerato cementizio è definita dalla capacità di mantenere nel tempo, entro limiti accettabili per le esigenze di esercizio, i valori delle caratteristiche funzionali in presenza di cause di degradazione.

Le cause di degradazione più frequenti sono i fenomeni di corrosione delle armature, i cicli di gelo-disgelo, l'attacco di acque aggressive di varia natura e la presenza di solfati.

Si deve tener conto che la durabilità si ottiene mediante l'impiego di conglomerato cementizio poco permeabile, eventualmente aerato, a basso rapporto acqua/cemento, di elevata lavorabilità, con adeguato dosaggio di cemento del tipo idoneo, mediante compattazione adeguata, rispettando i limiti del tenore di ione cloruro totale nel conglomerato cementizio e curando scrupolosamente la stagionatura.

La Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista e con l'Appaltatore, verificherà in fase di qualifica dei materiali e degli impasti, l'efficacia dei provvedimenti da adottare in base alle Norme UNI relative.

Alcune prescrizioni relative ai materiali per il controllo della durabilità del calcestruzzo sono già state definite nei precedenti paragrafi (vedere ad esempio § 4.2.3).

Per le caratteristiche del calcestruzzo, il controllo della durabilità è in primo luogo basato sulla misura della resistenza meccanica: calcestruzzi ad alta resistenza hanno anche ottime caratteristiche di durabilità, visto che entrambe queste proprietà dipendono fortemente dal rapporto a/c (§ 7.1 delle "Linee guida sul calcestruzzo strutturale"). A tale riguardo, si dovrà fare riferimento ai § 3 e § 5 della UNI 11104; in particolare si dovranno rispettare le indicazioni del prospetto 4, che riporta, in funzione della classe di esposizione:

- massimo rapporto a/c;
- minima classe di resistenza;
- minimo contenuto in cemento;
- contenuto minimo in aria;
- altri requisiti secondari (gelo/disgelo, cementi resistenti ai solfati).

La durabilità delle strutture è vincolata al rispetto dei valori di copriferro previsti nelle tavole di progetto e dalla normativa. Per quanto riguarda la corrosione delle armature si può fare riferimento alle UNI 8981-5 e UNI 9747.

Al fine di migliorare la durabilità si dovranno inoltre evitare la formazione di fessure da ritiro e l'interruzione anticipata della stagionatura protetta (§ 4.3.7)

Alcune indicazioni utili sulle azioni aggressive più tipiche sono presenti nella serie delle UNI 8981 e al § 7.1 delle "Linee guida sul calcestruzzo strutturale"; in caso di contrasto tra le parti della UNI 8981 e la UNI EN 206-1, questa ultima deve essere presa come riferimento, come indicato nella UNI 11104.

Per quanto attiene ad agenti chimici aggressivi non considerati nelle predette norme UNI 8981, all'Appaltatore compete l'onere dell'accertamento sistematico della presenza e concentrazione d'agenti aggressivi nel terreno, nelle acque di contatto e nell'ambiente in generale ai fini della valutazione dell'attacco chimico a cui potrebbero essere sottoposti i conglomerati cementizi, facendo anche riferimento al prospetto 2 della UNI EN 206-1 (attacco chimico di agenti presenti nell'acqua del terreno e nel terreno stesso). I rimedi verranno concordati anche con il Progettista dell'opera e con quelli del mix design, e comunicati di volta in volta alla Direzione Lavori.

In generale, le prescrizioni da normativa presuppongono una vita utile della struttura di 50 anni; per opere importanti, si dovranno prevedere limiti più restrittivi, ad esempio sulla base di quanto riportato al § 7.2 delle "Linee guida sul calcestruzzo strutturale".

#### 3.2.8.1 *Conglomerati cementizi resistenti al gelo*

Possono essere soggette al ciclo di gelo/disgelo tutte le parti di struttura fuori terra o comunque a contatto con l'atmosfera.

I calcestruzzi di queste opere dovranno essere sufficientemente impermeabili e compattati, nel rispetto delle prescrizioni delle classi di esposizione XF2, XF3 ed XF4.

La prevenzione più efficace per contrastare i cicli di gelo-disgelo consiste nell'inglobare un minimo volume di aria sotto forma di microbolle stabili del diametro di 10-300 µm, tra loro uniformemente spaziate di 100-300 µm e quindi non comunicanti: in queste condizioni, allorché si formano i primi cristalli di ghiaccio,

l'aumento di volume che ne consegue spinge l'acqua liquida non ancora congelata nelle microbolle adiacenti provocando un benefico allentamento delle tensioni interne. A tale scopo si potranno utilizzare degli additivi aeranti opportunamente dosati.

Si dovrà porre particolare attenzione alla resistenza del calcestruzzo, visto che l'inglobamento delle microbolle d'aria provoca anche una diminuzione della resistenza meccanica indicativamente attorno al 20%. Pertanto, qualora questa diminuzione di resistenza meccanica non sia compatibile con la R<sub>ck</sub> di progetto, occorre ridurre il rapporto acqua/cemento per incrementare la resistenza meccanica ed utilizzare eventuali additivi fluidificanti compatibili per incrementare la lavorabilità.

Nel caso di calcestruzzi aerati, il minimo contenuto di aria inglobata, in volume percentuale, dovrà essere scelto in funzione del diametro massimo nominale dell'aggregato secondo il prospetto 2 della UNI 8981-4 (per diametri intermedi a quelli riportati nel prospetto, si potrà interpolare linearmente).

L'immissione dell'additivo aerante deve avvenire contemporaneamente al caricamento di almeno il 50% dell'acqua.

Un utile riferimento per la resistenza ai cicli di gelo-disgelo è dato anche dalle seguenti indicazioni aggiuntive:

- il calcestruzzo dovrà essere confezionato secondo UNI 8981-4;
- gli aggregati dovranno essere non gelivi secondo la norma UNI 8520-2;
- per opere di una certa importanza, si potrà eseguire una prova di assorbimento d'acqua, secondo UNI 7699: il valore massimo dovrà essere minore di 50 mm ed i valori medi di penetrazione minori di 20 mm (corrispondente ad una permeabilità  $K < 10^{-11}$  m/s secondo le "Linee Guida sul Calcestruzzo Strutturale").

Tali conglomerati, qualora prescritto o richiesto dalla Direzione Lavori, saranno sottoposti alla prova di determinazione della resistenza a degradazione per cicli di gelo e disgelo secondo la Norma UNI 7087, rispettando i seguenti limiti indicativi (dopo 300 cicli):

- riduzione del modulo di elasticità: 30%;
- perdita di massa: 2%;
- espansione lineare: 0.2 %;
- coefficiente di permeabilità:
  - ai primi cicli: 10-9 cm/sec;
  - dopo i primi cicli: 10-8 cm/sec.

### 3.2.8.2 Reazioni alcali-aggregato

In base all'esperienza locale o all'identificazione delle caratteristiche mineralogiche degli aggregati (§ 4.2.3.1), si dovrà valutare la possibilità che si manifesti la reazione chimica tra gli alcali (ioni sodio Na<sup>+</sup> e potassio K<sup>+</sup> presenti in tutti i costituenti la miscela di calcestruzzo) ed eventuali aggregati reattivi.

Nel caso in cui si preveda che l'opera da realizzare possa risultare satura d'acqua, costantemente o frequentemente, le misure prevedibili per impedire o rallentare il fenomeno sono:

- scelta di componenti la miscela a basso contenuto di alcali;
- utilizzo di aggregato inerte (§ 4.2.3.1);
- impermeabilizzazione della struttura;
- utilizzo di idonei quantitativi di aggiunte di tipo II o di idonei additivi a base di sali di litio.

### 3.2.9 LAVORABILITÀ

Il parametro indicatore della lavorabilità del conglomerato cementizio fresco è la misura dell'abbassamento al Cono di Abrams, conforme alle indicazioni del § 4.2.1 e 5.4.1 della UNI EN 206-1.

Non sono ammesse classi di consistenza S1 ed S2, se non dopo approvazione della Direzione Lavori.

La prova è considerata significativa per abbassamenti compresi fra 2 e 24 cm. Il conglomerato dovrà inoltre presentarsi non segregato e la quantità di acqua essudata, misurata secondo la Norma UNI 7122, dovrà

essere inferiore al 0.1% (0.2% nel caso di opere secondarie, quali fondazioni non armate, riempimenti...). In alternativa, per abbassamenti inferiori ai 2 cm, si dovrà eseguire la prova con altre metodologie del § 5.4.1 della UNI EN 206-1.

Nel caso si verifichi una perdita di lavorabilità sono ammesse nuove aggiunte di additivi superfluidificanti dello stesso tipo già inserito precedentemente nell'impasto, con un quantitativo massimo di 300cc per ogni 100 kg di cemento. Nel caso che la lavorabilità prevista non venga ottenuta dopo la nuova aggiunta di additivi a piè d'opera, il calcestruzzo dovrà essere scartato.

Oltre alle prescrizioni del presente Capitolato, si potranno trovare utili indicazioni nel § 4 delle "Linee guida sul calcestruzzo strutturale".

### 3.2.10 TEMPERATURA

In generale, la temperatura del calcestruzzo fresco al momento del getto deve essere compresa tra +5°C e +35°C, secondo le indicazioni riportate nel § 4.3.6.5.

### 3.2.11 OMOGENEITÀ

Quando il trasporto del conglomerato cementizio avviene mediante autobetoniere, si dovrà controllare l'omogeneità del conglomerato cementizio all'atto del getto, prelevando due campioni a 1/5 e 4/5 dello scarico della betoniera. Dovrà risultare:

- la percentuale in peso del materiale trattenuto nel vaglio ad umido dei due campioni non dovrà differire più del 10%, usando un vaglio a maglia quadrata da 4 mm;
- lo slump dei due campioni prima della vagliatura non dovrà differire di più di 30 mm;
- dopo una verifica visiva di segregazione, il calcestruzzo appare non segregato.

## 3.3 LAVORAZIONI E MODALITÀ ESECUTIVE

### 3.3.1 PERSONALE, APPARECCHIATURE ED INSTALLAZIONI

Il personale, le apparecchiature e le installazioni dovranno rispettare le indicazioni dei paragrafi § 9.6 e § 9.9 della UNI EN 206-1.

### 3.3.2 STOCCAGGIO DEI MATERIALI

#### 3.3.2.1 Cemento

Il cemento dovrà essere immagazzinato:

- in silos metallici;
- in depositi coperti e protetti dall'umidità.

Il cemento, se sfuso, sarà conservato in silos che garantiscano la perfetta tenuta nei confronti dell'umidità atmosferica; ogni silo conterrà un unico tipo e classe di cemento proveniente da uno stesso stabilimento di produzione; a tale scopo il silo dovrà essere, chiaramente identificato mediante un cartello di idonee dimensioni facilmente visibile dalla cabina di comando della centrale o dell'impianto di betonaggio. I silos metallici saranno completamente svuotati e puliti a intervalli non superiori a quattro mesi.

Il cemento, se in sacchi, sarà sistemato su pedane poste su un pavimento asciutto ed in ambiente chiuso. I sacchi dovranno essere impermeabili; nel caso in cui il cemento non sia

fornito in confezioni impermeabili, esso dovrà essere utilizzato entro quattro mesi dalla data della confezione in cemeniteria. I sacchi di cemento di diverso tipo verranno conservati separatamente e chiaramente identificati con idonei cartelli.

Nel caso in cui il cemento venga approvvigionato allo stato sfuso, il relativo trasporto dovrà effettuarsi a mezzo di contenitori che lo proteggano dall'umidità ed il pompaggio del cemento nei silos deve essere effettuato in modo da evitare la miscelazione fra tipi diversi.

Al momento dell'uso, il cemento dovrà essere in perfetto stato di conservazione. Il cemento che presentasse grumi o segni di deperimento sarà allontanato dai cantieri e sostituito a cura e spese dell'Appaltatore.

Il posizionamento dei filtri deve essere tale da impedire che il materiale captato possa confluire in un carico di calcestruzzo per il quale sia previsto un cemento diverso.

#### 3.3.2.2 *Aggregati*

Tutti gli aggregati dovranno essere tassativamente ed accuratamente lavati in modo tale da eliminare impurità, materiali dannosi o polvere aderenti alla superficie. Il lavaggio dovrà sempre avvenire a valle dell'ultima frantumazione. Gli aggregati dovranno essere stoccati in quantità congruente con il programma lavori e comunque sufficiente a completare qualsiasi opera che debba essere gettata senza interruzioni. Il luogo di stoccaggio dovrà essere di dimensioni adeguate e consentire l'immagazzinamento con segregazione delle diverse pezzature che dovranno essere separate da appositi setti.

Per ogni cumulo dovrà essere apposto un cartello di idonee dimensioni indicante la classe granulometrica dell'aggregato.

Per evitare che l'acqua piovana possa alterare bruscamente l'umidità degli aggregati nelle tramogge, queste dovranno essere coperte con idonee tettoie. Analogamente i nastri caricatori delle tramogge e quelli che vanno dall'impianto di miscelazione alla bocca di carico dovranno essere coperti anche al fine di ridurre l'inquinamento acustico ed il sollevarsi di polveri specie in presenza di forte vento.

#### 3.3.2.3 *Acqua*

Ove si renda opportuno un accumulo d'acqua, questo verrà realizzato mediante cisterne, serbatoi o bacini nei quali sia evitato il rischio di inquinamento con elementi dannosi al calcestruzzo.

In relazione alle condizioni ambientali, dovranno essere predisposte eventuali protezioni che consentano all'acqua di mantenere una temperatura adeguata alla produzione di calcestruzzo; in particolare dovranno essere protette dall'irraggiamento diretto, ad esempio con tettoie.

#### 3.3.2.4 *Aggiunte*

Le aggiunte dovranno essere immagazzinate se consegnate in sacchi, conservate in silos impermeabili nei confronti dell'umidità atmosferica se consegnate sfuse, in cisterne se liquide. I depositi dovranno essere chiaramente identificati mediante cartelli di idonea dimensione.

Non è consentito immagazzinare aggiunte di diverso tipo miscelandole tra di loro.

#### 3.3.2.5 *Additivi*

Non è permesso mescolare tra loro additivi di diverso tipo e provenienza; gli additivi dovranno essere depositati in contenitori a tenuta e chiaramente identificati.

Confezionamento del conglomerato cementizio

Centrali di betonaggio ed impianti di cantiere

I conglomerati cementizi dovranno essere confezionati in centrali di betonaggio o impianti di cantiere che dovranno essere preventivamente esaminati ed approvati dalla Direzione Lavori.

L'impianto dovrà essere di tipo completamente automatizzato. Il sistema di gestione e controllo dell'impianto dovrà essere in grado di stampare per ogni carico una bolla ove devono essere riportati per le varie colonne:

- n° identificativo del mix in produzione;
- soggetto (ad esempio impresa esecutrice) richiedente la fornitura;
- cantiere di destinazione;
- opera (ed eventualmente parte d'opera) cui si riferisce la fornitura;
- ora di fine carico del mix prodotto;
- identificazione (ad esempio targa) del mezzo di trasporto;
- materiali componenti il mix con indicati:
- per gli aggregati: la pezzatura nominale e la cava di provenienza;

- per i cementi: tipo, classe, produttore e cementificio;
- per le aggiunte (ceneri volanti e microsilice): tipo e provenienza;
- per gli additivi (fluidificanti, superfluidificanti, aeranti, ecc.): marca e tipo;
- per l'acqua: se proveniente da acquedotto, pozzo, cisterna.
- la ricetta, per un mc, del mix in fase di produzione;
- la ricetta del mix per gli n mc in fase di produzione;
- l'umidità relativa alle singole classi di aggregati (rilevata automaticamente con le sonde almeno per gli aggregati fini);
- la ricetta per gli n mc in produzione, corretta in funzione dell'umidità relativa alle varie classi degli aggregati;
- l'effettivo carico (dosaggio) per ogni singolo componente;
- la differenza ( $\pm D$ ) tra quanto effettivamente caricato e il teorico corretto;
- l'errore percentuale di carico (dosaggio) per ogni singolo componente;
- il rapporto acqua/cemento di progetto del mix (considerando gli aggregati saturi con superficie asciutta) e quello effettivamente ottenuto dopo il carico (dosaggio) tenuto anche conto dell'umidità degli aggregati.

Si dovrà inoltre avere automaticamente evidenza ogni qual volta si passa da funzionamento automatico a quello manuale dell'impianto.

Ogni centrale di betonaggio od impianto di cantiere dovrà essere dotato di un sistema di recupero e trattamento dei calcestruzzi freschi di risulta, nonché delle acque di lavaggio per il loro eventuale ricircolo (secondo § 4.1.4).

Il calcestruzzo residuo contenuto nelle autobetoniere, nei bilici, autocarri, pompe, ecc. e quello eventualmente rifiutato dalla Direzione di Cantiere ovvero respinto dalla Direzione Lavori non potrà essere portato e gettato a discarica ma dovrà essere inviato ad un apposito impianto di recupero del calcestruzzo fresco da installarsi a cura e spese dell'Appaltatore che provvederà, tramite idonei macchinari e vasche, alla separazione del cemento e degli aggregati, al recupero di quest'ultimi ed al trattamento dell'acqua.

Nel luogo di produzione ed in cantiere dovranno essere installati dei termometri atti a misurare la minima e la massima temperatura giornaliera dell'aria.

### 3.3.2.6 *Pesatura e miscelazione*

Si dovranno rispettare le prescrizioni contenute nella UNI EN 206-1, con particolare riferimento alle indicazioni su:

- tolleranze e modalità di dosaggio (§ 9.7 della UNI EN 206-1);
- miscelazione del calcestruzzo (§ 9.8 della UNI EN 206-1);
- controllo delle apparecchiature (prospetto 23 della UNI EN 206-1).

Il cemento, l'acqua, le eventuali aggiunte (ceneri e microsilice) e gli additivi, dovranno essere misurati con dispositivi separati, usati esclusivamente per ciascuno di essi e di opportuna sensibilità ; gli aggregati dovranno essere dosati per pesate (singole o cumulative) di almeno tre classi.

La centrale-impianto di betonaggio dovrà essere dotata di pesi campione o di altri dispositivi ausiliari di taratura, per controllare l'accuratezza di ogni misura in tutto il campo di valori consentito da ogni strumento. Verrà predisposto un programma di controlli delle tarature eseguito da personale qualificato: le bilance dovranno essere revisionate almeno una volta ogni due mesi, tarate all'inizio del lavoro e successivamente almeno una volta all'anno.

Il tenore di umidità di tutte le diverse classi di aggregati dovrà essere controllato almeno una volta al giorno e comunque ogni volta che cambiano le condizioni atmosferiche nel corso della giornata; inoltre le tramogge contenenti le sabbie dovranno essere dotate di strumenti idonei (sonde di rilevamento) a misurare l'umidità nelle sabbie stesse all'inizio di ciascuna pesata in modo da eseguire automaticamente la correzione di peso effettivo rispetto al teorico e la detrazione dell'acqua presente nell'aggregato.

Per gli aggregati grossi, in assenza di sonde di rilevamento la percentuale di umidità potrà essere impostata in modo fisso in base alle rilevazioni giornaliere che dovranno essere registrate su idoneo modulo. In centrale/impianto di betonaggio dovrà essere disponibile un quaderno dove dovranno essere riportati almeno una volta al giorno tutti i valori del tenore di umidità per le varie classi di aggregati confrontati, per quelli fini con quelli letti automaticamente dalle sonde. Per questi ultimi, nel caso in cui il valore letto dalle sonde differisca più dello 0,5% rispetto a quello ottenuto con la prova manuale dovranno essere indicati i provvedimenti apportati per la correzione della taratura delle sonde e per la correzione della miscela.

La percentuale di umidità nelle sabbie non dovrà, di massima, superare l'8% in peso di materiale secco.

L'impianto dovrà essere costruito in maniera tale che i componenti di un nuovo impasto non possano essere pesati finché non sia stata ultimata la pesata e lo scarico dei componenti dell'impasto precedente.

Ai fini della omogeneità dell'impasto, il tempo e la velocità di mescolamento dovranno essere adeguati. L'impasto dovrà avere:

- sufficiente coesività tale da essere trasportato e manipolato senza che si verifichi separazione di singoli elementi;
- sufficiente lavorabilità tale che non rimangano vuoti nella massa o sulla superficie dei manufatti al termine della vibrazione in opera.

Tuttavia se la consistenza è minore di quella prescritta (minore slump) e il conglomerato cementizio è ancora nell'autobetoniera, la consistenza può essere portata fino al valore prescritto mediante aggiunta di additivi fluidificanti e l'aggiunta verrà registrata sulla bolla di consegna.

Al fine di garantire un migliore controllo del rapporto acqua/cemento e una corretta miscelazione dell'impasto, si raccomanda l'impiego di impianti di betonaggio con premiscelatore a satelliti, correzione automatica del rapporto acqua-cemento e controllo della consistenza.

In caso di impiego di impianti di betonaggio tradizionali (privi di premiscelatore) onde garantire la corretta miscelazione dell'impasto in betoniera occorre che la stessa giri alla massima velocità per un tempo (T)

$$T \geq n+2$$

n = numero dei metri cubi di calcestruzzo caricati;

T = tempo in minuti

L'autobetoniera non dovrà essere caricata per un volume superiore a quello indicato dal costruttore; i componenti dell'impasto dovranno essere immessi in modo uniforme durante il carico, per quanto possibile.

### 3.3.3 TRASPORTO E SCARICO DEL CONGLOMERATO CEMENTIZIO

Il trasporto del conglomerato cementizio dal luogo del confezionamento a quello di impiego dovrà avvenire utilizzando mezzi ed attrezzature idonee ad evitare che si verifichi la segregazione dei vari componenti l'impasto o il deterioramento dell'impasto stesso.

Il sistema di trasporto dovrà essere comunicato alla Direzione Lavori per approvazione.

Ove possibile, è consigliabile il trasporto con autobetoniera. Durante il trasporto e l'attesa dello scarico, essa dovrà rimanere costantemente in movimento. Le autobetoniere dovranno essere esaminate periodicamente per verificare la diminuzione dell'efficacia dovuta sia ad accumulo di conglomerato indurito o legante sia all'usura delle lame. L'autobetoniera dovrà essere dotata di apposito libretto che attesti le revisioni periodiche effettuate (ogni 4000 mc. e almeno ogni mese).

Il trasporto del calcestruzzo con autocarro potrà avvenire a condizione che:

- il calcestruzzo venga miscelato da un mescolatore fisso di impianto;
- il calcestruzzo abbia consistenza umida e la lunghezza del percorso e la sua accidentalità siano tali da non causare la segregazione dell'impasto;
- non siano stati immessi additivi aeranti;
- il cassone dell'autocarro sia a tenuta stagna ad evitare perdite.

Non saranno ammessi gli scivoli.

Per i nastri trasportatori, approvati dalla Direzione Lavori, è indispensabile che:

- l'inclinazione del nastro sia tale da non causare il riflusso del calcestruzzo a nastro fermo;

- la tensione del tappeto e la distanza tra i rulli sia tale da non causare evidenti sobbalzi alla massa di calcestruzzo;
- al termine del nastro, il calcestruzzo finisca in una tramoggetta che ne permetta lo scarico verticale nel punto di messa in opera;
- è vietato aggiungere acqua o qualsiasi componente direttamente sul nastro.

L'uso delle pompe sarà consentito a condizione che l'Appaltatore adotti, a sua cura e spese, provvedimenti idonei a mantenere il valore prestabilito del rapporto acqua/cemento del calcestruzzo alla bocca d'uscita della pompa; è vietato aggiungere acqua o qualsiasi componente nella tramoggia di alimentazione della pompa. Nel caso di interruzione del flusso di pompaggio per qualsiasi ragione, l'addetto alla pompa avrà cura di procedere a frequenti brevi aspirazioni e spinte del calcestruzzo per tenerlo in movimento. Nella messa in opera si raccomanda che:

- il terminale in gomma della pompa sia posto in posizione verticale per evitare la segregazione del calcestruzzo;
- nel caso di getti verticali, la tubazione della pompa venga fatta penetrare il più possibile nel cassero per evitare la segregazione del calcestruzzo.

Il tempo intercorrente tra il confezionamento dell'impasto all'impianto (ovvero il momento in cui si aggiunge l'acqua all'impasto) ed il getto non dovrà essere superiore a 60 minuti, nel caso il calcestruzzo venga mantenuto in movimento durante il tempo di trasporto. In caso di particolari condizioni operative, prevedendo opportune misure (come additivi ritardanti), potrà essere autorizzato un maggior tempo limite per il getto dal momento del confezionamento fino a 120 minuti. In tal caso per il mix in esame dovrà essere eseguito uno specifico studio di qualifica che attesti il mantenimento della lavorabilità nel tempo con controllo dell'abbassamento al cono di Abrams ogni 15'.

Il trasporto del calcestruzzo mediante veicoli non provvisti di dispositivo di agitazione (autocarri) sarà permesso solo se il tempo tra l'impasto e la messa in opera non supera 15 minuti, salvo diversa autorizzazione.

Nel caso in cui per il mantenimento della lavorabilità a lungo periodo occorresse una ritempera della miscela di calcestruzzo fresco, questa potrà avvenire solo mediante aggiunta di additivo superfluidificante, secondo § 4.1.5.6.

Ogni carico di conglomerato cementizio dovrà essere accompagnato da una bolla indicante:

- numero di serie;
- identificazione dell'autobetoniera;
- la centrale-impianto di produzione;
- la data e l'ora di carico, arrivo in cantiere e scarico;
- la temperatura ambiente;
- il numero del mix;
- la classe di conglomerato, il diametro massimo dell'aggregato, il dosaggio teorico corretto ed effettivo con gli scostamenti assoluti e percentuali dei vari componenti (acqua, cemento, additivi, aggiunte e singole classi di aggregati);
- i metri cubi trasportati;
- l'opera per la quale dovrà essere impiegato.

In calce alla bolla dovranno essere indicati gli eventuali prelievi e prove eseguiti all'impianto. Il personale dell'Appaltatore sarà tenuto ad esibire dette bolle, su richiesta, al personale della Direzione Lavori.

L'Appaltatore dovrà tenere idonea documentazione in base alla quale sia possibile individuare il punto della struttura su cui ciascun carico è stato destinato.

All'atto dello scarico saranno controllate l'omogeneità e la lavorabilità dell'impasto, secondo quanto indicato al § 4.2 e § 4.4.

E' facoltà della Direzione Lavori rifiutare carichi di calcestruzzo non rispondenti ai requisiti prescritti.

La localizzazione in ambito urbano delle aree di cantiere non deve inficiare le caratteristiche prestazionali del calcestruzzo, che dovrà comunque possedere le caratteristiche prescritte al momento della

posa in opera indipendentemente dalla distanza dall'impianto di produzione e dalle difficoltà insite nell'operare in spazi ristretti.

#### 3.3.4 CASSEFORME

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

L'Appaltatore sarà tenuto a presentare per l'approvazione al Direttore dei Lavori i disegni di dettaglio di tutte le casseforme principali, corredati dei calcoli di stabilità.

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

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

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

##### 3.3.4.1 *Caratteristiche delle casseforme*

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

Tutte le casseforme dovranno essere solide, indeformabili e atte a sopportare ogni sollecitazione sia durante che dopo il getto.

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

Nel caso di eventuale utilizzo di casseforme in legno, si dovrà curare che le stesse siano eseguite con tavole a bordi paralleli e ben accostate, in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature o disuguaglianze sulle facce in vista del getto. Il legname delle casseforme in legno dovrà essere sufficientemente stagionato in modo che non si verifichino ritiri tali da creare fessure fra i vari elementi componenti le casseforme. Se sono di legno non impermeabilizzato, prima del loro impiego è opportuno umidificarle per impedire che assorbano acqua dal calcestruzzo.

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

##### 3.3.4.2 *Pulizia e trattamento*

I casseri dovranno essere puliti e privi di elementi che possano in ogni modo pregiudicare l'aspetto della superficie del conglomerato cementizio indurito. Le casseforme potranno essere eventualmente trattate con idonee sostanze disarmanti per facilitarne il disarmo.

Dove e quando necessario si farà uso di prodotti disarmanti, secondo quanto prescritto al § 4.1.7. 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.

#### 3.3.4.3 *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.

Particolare cura dovrà essere posta, in relazione al contesto operativo definitivo dell'elemento d'opera, all'impermeabilizzazione dei giunti di ripresa mediante l'inserimento di idonei profili in gomma o altro materiale idroespandente, con modalità e metodi indicati nella parte specifica delle norme di Capitolato.

#### 3.3.4.4 *Legature delle casseforme*

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 Lavori, potranno essere adottati altri sistemi prescrivendo le cautele da adottare.

#### 3.3.4.5 *Predisposizione di fori, tracce, cavità, etc.*

L'Appaltatore avrà a suo carico il preciso obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni costruttivi o sarà successivamente prescritto di volta in volta in tempo utile dalla Direzione Lavori, circa fori, tracce, cavità, incassature, ecc., nelle solette, nervature, pilastri, murature, ecc., per la posa in opera di apparecchi accessori quali giunti, appoggi, smorzatori sismici, pluviali, passi d'uomo, passerelle di ispezione, sedi di tubi e cavi, attacchi di parapetti, mensole, sicurvia, segnalazioni, parti di impianti, ecc.

L'onere relativo è compreso e compensato nei prezzi unitari e pertanto è ad esclusivo carico dell'Appaltatore.

Ove richiesto le casseforme dovranno possedere dispositivi atti all'alloggiamento ed al fissaggio dei tubi in acciaio necessari per effettuare le iniezioni di contatto e di consolidamento a tergo del rivestimento.

### 3.3.5 ARMATURA

#### 3.3.5.1 *Controllo del peso e della sezione*

Per gli opportuni controlli da parte della Direzione Lavori, l'Appaltatore dovrà dichiarare, per ogni partita di acciaio in barre che entra in cantiere, la provenienza e la qualità del materiale stesso, nonché il peso complessivo della partita e quello dei tondini di uno stesso diametro.

Per partita si intenderà il quantitativo di materiale che, pervenendo da un'unica ferriera o da un unico fornitore nello stesso giorno o in un limitato numero di giorni, può essere considerato come unica fornitura omogenea, sia per tipo che per caratteristiche fisiche dei trafilati.

Da ogni partita, per il controllo del peso effettivo, saranno prelevate delle barre campione.

Qualora risultassero sezioni effettive inferiori a quelle ammesse dalle tolleranze previste al §11.3.2.7 di cui al D.M. 17/01/2018, il materiale verrà rifiutato e subito allontanato dal cantiere.

Qualora il peso effettivo risultasse inferiore al 98% di quello teorico e fosse ammissibile in base alle tolleranze ed alle normative in vigore, dovranno essere aggiunte (previe opportune modifiche ai disegni di progetto ed informazione alla Direzione Lavori) barre in quantità sufficiente a realizzare una sezione di acciaio non inferiore a quella prevista dal progetto esecutivo originariamente approvato.

#### 3.3.5.2 *Saldature, sovrapposizioni e manicotti*

Eventuali giunzioni, quando non evitabili, dovranno essere realizzate con:

- manicotti filettati;
- saldature;

- sovrapposizioni definite secondo la normativa vigente e comunque almeno 40 volte il diametro se barre ad aderenza migliorata in posizione rettilinea.

Le modalità di saldatura dovranno essere comunicate tempestivamente dall'Appaltatore e dovranno essere supportate con l'esito di prove sperimentali.

Nel caso di impiego di manicotti, l'Appaltatore dovrà consegnare preventivamente alla Direzione Lavori per approvazione le schede tecniche dei prodotti che intende utilizzare.

La lunghezza ed il diametro dei manicotti dovranno essere compatibili con l'armatura. Le giunzioni saranno realizzate in acciaio ad alta resistenza e saranno compresi, oltre agli oneri di installazione, gli oneri di esecuzione delle filettature troncoconiche alle estremità delle barre da giuntare, la fornitura del tappo di protezione in materiale plastico della parte di manicotto non occupato dalla barra di prima fase durante il getto del calcestruzzo, la piastrina di fissaggio del manicotto alla eventuale cassaforma, l'impiego di eventuali dime per il corretto posizionamento degli stessi l'avvitamento delle barre filettate ai manicotti per mezzo di chiave dinamometrica certificata ed ogni altro eventuale onere per la finitura del lavoro a regola d'arte.

Il manicotto dovrà essere fornito da Ditta con sistema di qualità certificato in grado di accompagnare ogni fornitura con test di trazione eseguiti in fase produttiva da un proprio laboratorio interno.

Le filettature troncoconiche o cilindriche delle barre e quelle del manicotto dovranno essere realizzate in modo che la barra, in opera, non presenti sezioni ridotte al di fuori del manicotto, garantendo così un perfetto accoppiamento che non renda necessario l'uso di controdadi.

### 3.3.5.3 *Posa in opera*

Nella posa in opera delle armature metalliche entro i casseri è prescritto tassativamente l'impiego di opportuni distanziatori, sia prefabbricati in malta di cemento sia in materiale plastico; è vietato l'uso di distanziatori di legno o metallici. Lungo le pareti verticali si dovrà ottenere la necessaria distanza esclusivamente mediante l'impiego di distanziatori ad anello.

L'uso dei distanziatori dovrà essere esteso anche alle strutture di fondazioni armate.

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

Copriferro ed interferro dovranno rispettare quanto indicato nel progetto e dalle Norme vigenti, per quanto riguarda copriferro minimo e correlazione allo stato limite di fessurazione del conglomerato, in funzione delle condizioni ambientali.

Le gabbie d'armatura dovranno essere, per quanto possibile, composte fuori opera; in ogni caso, in corrispondenza di tutti i nodi dovranno essere eseguite legature doppie incrociate i filo di ferro ricotto di diametro non inferiore a mm 0,6 in modo da garantire la invariabilità della geometria della gabbia durante il getto.

L'Appaltatore dovrà adottare, inoltre, tutti gli accorgimenti necessari affinché le gabbie mantengano la posizione di progetto all'interno delle casseforme durante le operazioni di getto.

E' a carico dell'Appaltatore l'onere della posa in opera delle armature metalliche anche in presenza di acqua o fanghi bentonitici.

### 3.3.5.4 *Tolleranze*

Le tolleranze nel posizionamento delle armature normali sono riportate di seguito; chiamando S lo scarto tra la posizione definita nel progetto e quella effettiva in opera, sono ammessi questi valori:

- copriferro armature strutturali:
  - $S = - 0.0 \text{ cm}$
  - $S = + 1.5 \text{ cm}$  ( 1.0 cm per solette)
- armature di ripartizione o di diffusione (nel senso ortogonale al copriferro):
  - $S = \pm 2.0 \text{ cm}$  (purchè siano rispettati i valori di copriferro ed interferro da Norma)
- interasse delle staffe:
  - $S = \pm 2.0 \text{ cm}$  (purchè le differenze positive e negative si compensino nello spazio di 1 m).

### 3.3.6 ESECUZIONE DEI GETTI

#### 3.3.6.1 *Preparazione del getto*

L'Appaltatore è tenuto a presentare, ogni giorno alla Direzione Lavori un modulo, preventivamente concordato con la stessa, riportante il dettagliato programma dei getti previsti, con indicati almeno:

- il luogo, l'opera e la struttura;
- i m<sup>3</sup> di calcestruzzo previsti, la classe di resistenza e i codici del/dei mix utilizzati;
- i relativi impianti di confezionamento.

La Direzione Lavori potrà, a sua esclusiva discrezione, verificare la preparazione e la rettifica dei piani di posa, delle casseforme, delle armature metalliche e delle eventuali guaine dei cavi per la precompressione, nonché la posizione degli inserti (giunti, water stop, ecc.) e segnalare, qualora le opere non fossero in accordo al progetto approvato o alle prescrizioni del Capitolato d'appalto, le eventuali anomalie.

Nel caso di getti contro terra, si dovrà controllare che la pulizia del sottofondo, il posizionamento di eventuali drenaggi, la stesa di materiale isolante, impermeabilizzante o di collegamento, siano eseguiti in conformità alle disposizioni di progetto e di Capitolato.

Si avrà cura che in nessun caso si verifichino cedimenti dei piani di appoggio e delle pareti di contenimento.

Prima del getto, tutte le superfici di contenimento del conglomerato cementizio dovranno essere lavate con acqua od aria in pressione ed i ristagni d'acqua saranno allontanati dal fondo della cassatura; tali superfici, se porose, dovranno inoltre essere mantenute umide nell'arco delle 2 ore precedenti l'inizio delle operazioni di getto.

I getti potranno essere iniziati solo dopo la verifica degli scavi, delle casseforme e delle armature metalliche da parte della Direzione Lavori.

#### 3.3.6.2 *Operazioni di getto*

Il calcestruzzo deve essere messo in opera e compattato immediatamente dopo l'impasto, anche in base a quanto stabilito al § 4.3.3. Qualora non sia possibile eseguire immediatamente queste operazioni occorre proteggere il calcestruzzo per il tempo necessario ad evitare l'influenza delle condizioni ambientali come il sole, il vento e la pioggia; in climi secchi e caldi il calcestruzzo deve essere messo in opera e compattato entro 30 minuti dalla fine dell'impasto, in climi freddi e secchi entro 60 minuti.

Lo scarico del conglomerato cementizio dal mezzo di trasporto nelle casseforme, dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione. E' ammesso l'uso di scivoli soltanto se risulta garantita l'omogeneità dell'impasto. L'impiego di benne a scarico di fondo e di nastri trasportatori dovrà essere autorizzato dalla Direzione Lavori.

Salvo casi particolari, opportunamente giustificati dall'Appaltatore ed accettati dalla Direzione Lavori, l'altezza di caduta libera del conglomerato fresco sarà funzione delle caratteristiche di segregabilità dell'impasto, ma comunque mai superiore ad 1,0 m.

Il conglomerato dovrà cadere verticalmente al centro della cassaforma e sarà steso in strati orizzontali non superiore a 50 cm misurati dopo la vibrazione. L'altezza di caduta libera del conglomerato fresco non dovrà mai essere superiore a 100 cm misurati dall'uscita dello scivolo o dalla bocca del tubo convogliatore.

Qualora il conglomerato cementizio dovesse essere gettato in presenza d'acqua, l'Appaltatore dovrà adottare gli accorgimenti necessari per impedire che l'acqua lo dilavi e ne pregiudichi la regolare presa e maturazione. L'onere di tali accorgimenti è a carico dell'Appaltatore.

Il conglomerato cementizio sarà posto in opera ed assestato con ogni cura in modo che le superfici esterne si presentino lisce e compatte, omogenee, perfettamente regolari ed esenti anche da macchie e chiazze.

E' vietato scaricare il conglomerato in un unico cumulo e distenderlo con l'impiego del vibratore.

#### 3.3.6.3 *Vibrazione del calcestruzzo*

Il calcestruzzo, dopo essere stato posto in opera, dovrà essere costipato alla massima densità possibile mediante vibratori ad immersione o vibratori applicati alle casseforme.

La vibrazione per immersione dovrà essere eseguita immergendo il vibratore verticalmente. Il vibratore dovrà penetrare in ogni suo punto per almeno 5 cm nella parte superiore dello strato orizzontale di calcestruzzo gettato precedentemente.

In linea di massima la durata di vibrazione per metro cubo di calcestruzzo sarà compresa tra 2 e 3 minuti allorché eseguita con vibratore ad immersione avente diametro di 60-70 mm. I vibratori avranno possibilmente frequenze variabili commisurate a tutta la scala granulometrica dell'impasto.

Durante la posa in opera i vespai di ghiaia, eventualmente formatisi, dovranno essere dispersi prima della vibrazione del conglomerato cementizio.

Per getti in pendenza, dovranno essere predisposti dei cordolini di arresto che evitino la formazione di lingue di conglomerato cementizio troppo sottili per essere vibrati efficacemente.

#### 3.3.6.4 *Riprese di getto*

Di norma i getti dovranno essere eseguiti senza soluzione di continuità così da evitare ogni ripresa; nel caso in cui ciò non fosse possibile, prima di effettuare la ripresa, la superficie di conglomerato cementizio indurito dovrà essere accuratamente pulita, lavata, spazzolata ed eventualmente scalfita fino a diventare sufficientemente rugosa da garantire una perfetta aderenza tra i getti. Il giunto di costruzione già formatosi potrà essere umidificato e omogeneamente ricoperto da uno strato di malta plastica che penetri in tutte le irregolarità; tale malta dovrà avere caratteristiche non inferiori alla pasta del conglomerato cementizio.

Tra le successive riprese di getto non si dovranno avere distacchi, discontinuità o differenze di aspetto e colore; in caso contrario l'Appaltatore dovrà provvedere ad applicare adeguati trattamenti superficiali traspiranti al vapore d'acqua.

Nelle strutture impermeabili dovrà essere garantita la tenuta all'acqua dei giunti di lavorazione con accorgimenti autorizzati dalla Direzione Lavori.

Per opere particolari l'Appaltatore potrà sottoporre alla preventiva approvazione della Direzione Lavori specifiche modalità di ripresa di getto, che dovranno essere accompagnate da idonee prove in laboratorio ed in campo su opere e/o parti d'opera e/o manufatti campione appositamente realizzati in sede adeguata.

La Direzione Lavori avrà la facoltà di prescrivere, ove e quando lo ritenga necessario, che i getti vengano eseguiti senza soluzione di continuità così da evitare ogni ripresa; per questo titolo l'Appaltatore non potrà avanzare richiesta alcuna di maggiori compensi e ciò, neppure nel caso che, in dipendenza di questa prescrizione, il lavoro debba essere condotto a turni ed anche in giornate festive.

#### 3.3.6.5 *Condizioni climatiche*

Nel luogo di produzione ed in cantiere saranno installati termometri atti a misurare la temperatura atmosferica, dei materiali e degli impasti. Tali termometri saranno forniti dall'Appaltatore, in modo da fornire i valori con una tolleranza di 0.1°C.

Nel caso di clima freddo, la produzione e la posa in opera del conglomerato cementizio dovranno essere sospese nel caso in cui la temperatura ambientale al momento del getto sia compresa fra 0°C e + 5° C, a meno che sia garantita una temperatura dell'impasto appena miscelato non inferiore a + 8°C (l'Appaltatore dovrà fornire indicazioni circa le modalità e la frequenza dei controlli di temperatura dell'impasto appena miscelato). Questa temperatura potrà essere ottenuta eventualmente anche mediante un adeguato sistema di preriscaldamento degli inerti e/o dell'acqua di impasto in dotazione all'impianto di betonaggio.

Per temperature comprese fra -5°C e 0°C non è ammessa l'esecuzione di getti a meno che non si tratti di quelli relativi a fondazioni, pali e diaframmi, ferme restando le condizioni dell'impasto di cui al capoverso precedente.

La produzione ed il getto del calcestruzzo dovranno essere sospesi nel caso che la temperatura scenda al di sotto di -5°C.

Per i plinti bisognerà comunque adottare le seguenti precauzioni:

- occorre confezionare il getto con inerti privi di grumi congelati o residui di neve o ghiaccio;
- adottare la massima cura nella vibrazione e compattazione del conglomerato;
- provvedere ad eliminare dalle casserature, dalle superfici di fondo o di contenimento del getto e/o dai ferri d'armatura ogni traccia di neve o ghiaccio mediante getti d'aria calda o vapore;

- proteggere ed isolare i getti mediante opportune protezioni da concordare preventivamente con la Direzione Lavori onde permettere l'avvio della presa ed evitare la dispersione del calore di idratazione;
- mantenere le strutture casserate per un periodo minimo di due giorni;
- scegliere, per il getto, le ore più calde della giornata.

Le prescrizioni di cui all'elenco sopra dovranno adottarsi in tutti i casi qualora la temperatura media diurna sia inferiore ai +2° C.

La temperatura della superficie di posa (riprese di getto, casseri, terreno, roccia, ecc.) non dovrà essere inferiore a + 1°C.

Nel caso di clima caldo, se durante le operazioni di getto la temperatura ambiente supera i 35°C, la temperatura dell'impasto non dovrà superare i 35°C; per getti massivi tale limite sarà convenientemente abbassato.

Affinché la temperatura dell'impasto rispetti i limiti suddetti, durante la stagione fredda l'Appaltatore dovrà riscaldare i componenti la miscela, in particolare gli inerti e l'acqua, fino ad una temperatura massima di +40°C, mentre durante la stagione calda l'Appaltatore dovrà proteggere o raffreddare gli stessi componenti se necessario; potrà essere usato ghiaccio in sostituzione di parte dell'acqua di impasto, assicurandosi che tutto il ghiaccio sia sciolto all'atto della posa in opera.

Gli accorgimenti tecnici impiegati per il riscaldamento ed il raffreddamento, dovranno essere approvati dalla Direzione Lavori.

Potranno essere eventualmente impiegati additivi per ritardare la presa e per facilitare la posa e la finitura del conglomerato cementizio. Schede tecniche dei prodotti che l'Appaltatore intende utilizzare dovranno essere preventivamente inviate alla Direzione Lavori. In ogni caso dovranno essere rispettati i limiti di temperatura sopra indicati.

In caso di getto di ampie superfici esposte all'azione del vento (ad esempio lastre di pavimentazione) la superficie esposta del calcestruzzo dovrà essere adeguatamente protetta con idonei prodotti e/o con idonei materiali (es. teloni) atti ad evitare la rapida evaporazione dell'acqua d'impasto.

E' tassativo l'obbligo di fare ricorso, sulle superfici esposte, a prodotti filmogeni o bagnatura continuamente rinnovata.

Per queste limitazioni, l'Appaltatore non potrà avanzare richiesta alcuna di maggiori compensi.

### 3.3.7 STAGIONATURA PROTETTA

Per stagionatura protetta si intende l'insieme di precauzioni che, durante il processo di indurimento e maturazione, permette di trasformare l'impasto fresco in un materiale resistente, impermeabile e durevole.

I metodi di stagionatura e la loro durata dovranno essere tali da garantire per il conglomerato cementizio indurito:

- la prescritta durabilità e resistenza;
- la totale assenza di fessure o cavillature date dal ritiro per rapida essiccazione delle superfici di getto o per sviluppo di elevati gradienti termici all'interno della struttura.

I metodi di stagionatura e maturazione, utilizzati dall'Appaltatore, saranno preventivamente comunicati alla Direzione Lavori per approvazione.

Utili indicazioni sulla stagionatura e sui fattori che la influenzano sono riportate al § 5 delle "Linee guida sul calcestruzzo strutturale". Si prescrive il rispetto dei limiti sulle differenza di temperatura indicati al § 5.1 delle stesse.

### 3.3.8 STAGIONATURA ORDINARIA

Si definisce stagionatura ordinaria quella che avviene a temperatura ambiente, nell'intervallo tra +5°C e +35°C, senza interventi esterni di riscaldamento e raffreddamento controllati.

L'Appaltatore dovrà controllare i fattori che influenzano maggiormente la maturazione, ovvero la temperatura e l'umidità, al fine di evitare:

un rapido prosciugamento delle superfici esposte all'aria e la conseguente formazione di fessure da ritiro plastico, usando tutte le cautele ed impiegando i mezzi più idonei allo scopo;

variazioni termiche differenziali nella sezione trasversale delle strutture, che produrrebbero fessurazioni o cavillature tali da compromettere le caratteristiche del conglomerato cementizio indurito. Dovrà essere accuratamente quantificato, in fase progettuale, il bilancio termico complessivo durante la fase di indurimento, in funzione del calore di idratazione e della temperatura esterna, al fine di evitare congelamenti superficiali o di intere strutture sottili, oppure riscaldamento troppo elevato con conseguente abbattimento delle proprietà del conglomerato cementizio indurito.

Quando le condizioni atmosferiche siano tali da lasciare presupporre un eccesso di evaporazione superficiale, le superfici del conglomerato cementizio non protette dalle casseforme, dovranno essere mantenute umide il più a lungo possibile, con una umidità relativa superiore al 95 %, per mezzo di:

- prodotti antievaporanti (§ 4.1.8), da applicare a spruzzo subito dopo il getto;
- continua bagnatura;
- copertura con sacchi di juta bagnati ad intervalli regolari;
- stagionatura a vapore.

Il numero di giorni minimi di stagionatura protetta sono indicati nella Tabella 7 delle “Linee guida sul calcestruzzo strutturale”, rispetto alla velocità di sviluppo della resistenza, temperatura dell’impasto e condizioni ambientali, e comunque per almeno 2 giorni. I riferimenti indicati in norma individuano un numero di giorni di stagionatura minimo per classi di esposizione X0, XC\_ ed XA1: tali giorni dovranno essere adeguatamente aumentati nel caso di classi di esposizione più gravose.

Per le solette è fatto obbligo di applicare esclusivamente i prodotti antievaporanti o la bagnatura continuamente rinnovata. Nel caso che sulle solette si rilevino manifestazioni di ritiro plastico con formazione di fessure di apertura superiore a 0,3 mm, l'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese alla demolizione ed al rifacimento delle strutture danneggiate.

Le superfici del calcestruzzo dovranno essere protette dall'azione del sole, del vento e del gelo ove necessario, ad esempio con teli o materassini isolanti.

Durante il periodo di stagionatura i getti dovranno essere accuratamente protetti per evitare urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere.

Nel caso siano previste, nelle 24 ore successive al getto durante la fase di stagionatura, temperature dell'aria con valori minori di +5°C o maggiori di +35°C, l'Appaltatore dovrà utilizzare esclusivamente casseri in legno coibentati sull'intera superficie del getto ed eventualmente teli isolanti. In generale, qualora sia necessario eseguire getti durante la stagione invernale, l'Appaltatore dovrà riparare e/o riscaldare le superfici del calcestruzzo, affinché durante il primo periodo della stagionatura siano evitati danni causati da gelo.

Qualora il prodotto antievaporante venisse applicato su una superficie di ripresa o in caso di applicazione di protettivi, prima di eseguire il successivo getto si procederà alla scarificazione della superficie di ripresa.

L'Appaltatore deve proporre una dettagliata descrizione delle procedure di maturazione che dovrà essere preventivamente approvata dalla Direzione Lavori.

### 3.3.9 STAGIONATURA ACCELERATA

Con riferimento alla realizzazione delle predalle, la maturazione accelerata dei conglomerati cementizi con trattamento termico sarà permessa qualora siano state fatte indagini sperimentali sul trattamento termico che si intende adottare, particolarmente per controllare che ad un aumento delle resistenze iniziali non corrisponda una resistenza finale minore di quella prevista in progetto.

Nella produzione di elementi prefabbricati viene, di norma, adottata la maturazione accelerata del conglomerato cementizio mediante trattamento termico.

Dovranno essere rispettate le prescrizioni del § 5.3 delle “Linee guida sul calcestruzzo strutturale”, oltre ai seguenti punti:

- la durata di prestagionatura non dovrà essere minore di 3 ore, alla temperatura massima di +30°C;

- il gradiente termico di riscaldamento non dovrà superare il valore di 15°C/ora e dovranno essere ulteriormente ridotti qualora non sia verificata la condizione di cui al successivo punto d);
- la temperatura massima all'interno del conglomerato cementizio non dovrà superare i 60°C, puntuale 65°C, ed inoltre la variazione di temperatura non supererà i 15°C da punto a punto della superficie stessa;
- la differenza di temperatura tra quella massima all'interno del conglomerato cementizio e ambiente a contatto con il manufatto non dovrà superare i 20°C;
- il controllo, durante la maturazione, dei limiti e dei gradienti di temperatura, dovrà avvenire con apposita apparecchiatura che registri l'andamento delle temperature nel tempo.

### 3.3.10 DISARMO

Si potrà procedere alla rimozione delle casseforme dai getti quando saranno state raggiunte le prescritte resistenze e comunque quando il calcestruzzo abbia raggiunto una maturazione sufficiente per evitare danneggiamenti alla struttura.

Utili indicazioni sono riportate al § 5.2.1 delle "Linee guida sul calcestruzzo strutturale", con riferimento a:

- tempi di presa in funzione del cemento e dell'umidità; tali indicazioni sono relative ai tempi per conseguire un'adeguata impermeabilità dello strato superficiale e non prendono in considerazione i tempi per raggiungere la resistenza necessaria per la rimozione dei casseri;
- giorni minimi di stagionatura protetta (§ 4.3.7).

### 3.3.11 FINITURA DEI CALCESTRUZZI

La cassetatura, il getto, la vibrazione e le finiture dovranno essere eseguiti in modo tale che le superfici dei calcestruzzi risultino il più possibile lisce, uniformi, compatte, omogenee e regolari.

Nessun ripristino o stuccatura dovrà essere eseguito dopo il disarmo del conglomerato cementizio senza il preventivo controllo ed autorizzazione della Direzione Lavori.

Sarà cura dell'Appaltatore presentare alla Direzione Lavori le modalità di ripristino ipotizzate e le caratteristiche dei materiali che intende utilizzare. Se richiesto dalla Direzione Lavori, prima di procedere ai definitivi ripristini, l'Appaltatore effettuerà delle prove per valutare la qualità tecnica ed estetica degli interventi proposti.

La regolarità dei getti dovrà essere verificata con un'asta rettilinea della lunghezza di 2.00 metri, che in ogni punto dovrà aderirvi uniformemente nelle due direzioni, longitudinale e trasversale. I gradi di finitura per le superfici cassate sono i seguenti:

- **Grado F-1.** Questo grado di finitura si applicherà alle superfici che saranno ricoperte con rinterri oppure ove è previsto il rivestimento successivo con contropareti, laterizi o altri materiali. Le irregolarità superficiali brusche e graduali non dovranno superare i 15 mm.
- **Grado F-2** Questo grado di finitura si applicherà alle superfici che saranno destinate ad essere esposte alla vista, ma senza funzione idraulica. Le irregolarità superficiali non dovranno superare 3 mm se brusche e 8 mm se graduali.
- **Grado F-3** Questo grado di finitura si applicherà alle superfici destinate ad avere una funzione idraulica ed alle strutture a faccia vista. Le irregolarità superficiali non dovranno superare 1 mm se brusche e 3 mm se graduali.
- **Grado F-4** Questo grado di finitura si applicherà alle superfici dei prefabbricati. Per questo grado non sono ammesse irregolarità superficiali sia brusche che graduali.

Per scostamenti inferiori a mm 10, le eventuali irregolarità o sbavature dovranno essere asportate mediante bocciardatura ed i punti difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta cementizia a ritiro compensato immediatamente dopo il disarmo.

Ciò qualora tali difetti siano contenuti nei limiti che la Direzione Lavori riterrà tollerabili, fermo restando che le suddette operazioni ricadranno esclusivamente e totalmente a carico dell'Appaltatore.

Qualora le irregolarità siano mediamente superiori ai 10 mm, la Direzione Lavori ne imporrà la regolarizzazione a totale cura ed onere dell'Appaltatore, mediante uno strato di materiali idonei che, a seconda dei casi e ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori, potrà essere costituito da:

- malte o betoncino reoplastici a base cementizia, a ritiro compensato;
- conglomerato bituminoso del tipo usura fine, per spessori non inferiori a mm 15.

Eventuali ferri (filo, chiodi, reggette) che, con funzione di legatura di collegamento casseri od altro, dovessero sporgere dai getti finiti, dovranno essere tagliati almeno 0,5 cm sotto la superficie finita, e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento; queste prestazioni non saranno in nessun caso oggetto di compensi a parte.

I tiranti di ancoraggio delle casseforme dovranno essere tali che possano essere tagliati ad almeno 10 mm dalla superficie senza che si creino sbeccature al calcestruzzo. Il foro necessario al taglio sarà sigillato con malta di cemento. I tiranti di ancoraggio delle casseforme per tutte le superfici con funzione idraulica devono essere del tipo a tenuta stagna.

Quando, a giudizio del Direttore dei Lavori, si riscontrassero difetti non rettificabili con normali procedimenti l'Appaltatore dovrà provvedere alla loro eliminazione mediante smerigliatura o ricostruendo parte della struttura difettosa.

Le superfici non casserate dovranno essere finite a semplice staggia, a frattazzo lungo o a lisciatura con frattazzo metallico.

### 3.3.12 CARATTERISTICHE ESTETICHE

La superficie esterna dei getti in calcestruzzo dovrà essere esente da nidi di ghiaia, bolle d'aria, concentrazioni di malta fine, macchie che ne pregiudichino l'uniformità e la compattezza sia ai fini della durabilità che dell'aspetto estetico.

Qualora previsto nel progetto o prescritto dalla Direzione Lavori le murature in conglomerato cementizio possono venire rivestite sulla superficie esterna con parametri speciali in pietra, laterizi od altri materiali da costruzione; in tal caso i getti dovranno procedere contemporaneamente al rivestimento ed essere eseguiti in modo da consentire l'adattamento e l'ammorsamento.

Il colore superficiale è determinato dalla sottile pellicola di malta che si forma nel getto a contatto con la cassaforma e pertanto per garantirne l'uniformità, per ogni singola opera, il cemento dovrà provenire dallo stesso cementificio ed essere sempre della stessa qualità, così pure la sabbia dovrà provenire dalla stessa cava ed avere granulometria e composizione costante.

Le opere o i componenti delle opere che dovranno avere lo stesso aspetto superficiale, dovranno ricevere lo stesso trattamento di stagionatura. In particolare si dovrà curare che l'essiccazione della massa del conglomerato cementizio sia lenta ed uniforme.

Si dovranno evitare le condizioni per le quali si possa verificare la formazione di efflorescenze sul conglomerato cementizio, e, qualora queste si formino, sarà facoltà della Direzione Lavori chiedere che esse vengano eliminate a cura dell'Appaltatore.

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 di ferri di ripresa; in tali casi occorrerà prendere i dovuti provvedimenti evitando che l'acqua piovana scorra sui ferri e successivamente sulle superficie finite del getto.

Qualsiasi danno o difetto della superficie finita del conglomerato cementizio dovrà essere eliminato a cura dell'Appaltatore con i provvedimenti che la Direzione Lavori riterrà più idonei.

### 3.3.13 TOLLERANZA DI POSIZIONAMENTO E DIMENSIONALI

Le opere in calcestruzzo dovranno essere eseguite in base alle dimensioni ed al posizionamento indicati sui Disegni Esecutivi.

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

Fondazioni: plinti, platee, solettoni ecc:

- posizionamento rispetto alle coordinate di progetto:  $S = \pm 3.0\text{cm}$
- dimensioni in pianta :  $S = - 3.0 \text{ cm o } + 5.0 \text{ cm}$

- dimensioni in altezza (superiore)  $S = - 0.5 \text{ cm o } + 3.0 \text{ cm}$
- quota altimetrica estradosso  $S = - 0.5 \text{ cm o } + 2.0 \text{ cm}$

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

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

Solette e solettoni per impalcati, solai in genere:

- spessore:  $S = -0.5 \text{ cm o } + 1.0 \text{ cm}$
- quota altimetrica estradosso:  $S = \pm 1.0 \text{ cm}$
- Vani, cassette, inserterie:
- posizionamento e dimensione vani e cassette:  $S = \pm 1.5 \text{ cm}$
- posizionamenti inserti (piastre boccole):  $S = \pm 1.0 \text{ cm}$

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

Le tolleranze relative a tutte le altre strutture in calcestruzzo gettato in opera sono le seguenti:

- Deviazione dalla posizione relativa:  $\pm 10 \text{ mm}$ ;
- Deviazione dalla verticale:  $\pm 5 \text{ mm}$  in  $3 \text{ m}$  con un massimo di  $\pm 15 \text{ mm}$ ;
- Deviazione dalla pendenza:  $\pm 5 \text{ mm}$  in  $6 \text{ m}$  con un massimo di  $+ 10 \text{ mm}$ .

### 3.3.14 GIUNTI DI DISCONTINUITÀ

Nelle strutture da eseguire con getto di conglomerato cementizio dovranno essere realizzati giunti di discontinuità sia in elevazione che in fondazione onde evitare irregolari ed imprevedibili fessurazioni delle strutture stesse per effetto di escursioni termiche, di fenomeni di ritiro e di eventuali assestamenti.

Tali giunti vanno praticati ad intervalli ed in posizioni opportunamente scelte, tenendo anche conto delle particolarità della struttura (gradonatura della fondazione, ripresa fra vecchie e nuove strutture, attacco dei muri andatori con le spalle dei ponti e viadotti, ecc.).

I giunti saranno ottenuti ponendo in opera, con un certo anticipo rispetto al getto, appositi setti di materiale idoneo, da lasciare in posto, in modo da realizzare superfici di discontinuità (piane, a battente, a maschio e femmina, ecc.) affioranti in faccia vista secondo linee rette, continue o spezzate.

La larghezza e la conformazione dei giunti dovranno essere approvate dalla Direzione Lavori.

I giunti, come sopra illustrati, dovranno essere realizzati a cura e spese dell'Appaltatore, essendosi tenuto debito conto di tale onere nella formulazione dei prezzi di elenco relativi alle singole classi di conglomerato.

Solo nel caso in cui è previsto in progetto che il giunto sia munito di apposito manufatto di tenuta o di copertura, l'elenco prezzi dovrà prevedere espressamente le voci relative alla speciale conformazione del giunto, unicamente alla fornitura e posa in opera dei manufatti predetti con le specificazioni di tutti i particolari oneri che saranno prescritti per il perfetto e definitivo assetto del giunto.

I manufatti, di tenuta o di copertura dei giunti, possono essere costituiti da elastomeri a struttura etilenica (stirolo butadiene), a struttura paraffinica (bitile), a struttura complessa (silicone poliuretano, polioossipropilene, polioossicloro-propilene), da elastomeri etilenici cosiddetti protetti (neoprene) o da cloruro di polivinile.

In luogo dei manufatti predetti, può essere previsto l'impiego di sigillanti. Essi possono essere costituiti da sostanze oleoresinose, bituminose siliconiche a base di elastomeri polimerizzabili o polisolfuri che dovranno

assicurare la tenuta all'acqua, l'elasticità sotto le deformazioni previste, un'aderenza perfetta alle pareti, ottenuta anche a mezzo di idonei primer, non colabili sotto le più alte temperature previste e non rigidi sotto le più basse, mantenendo il più a lungo possibile nel tempo le caratteristiche di cui sopra, dopo la messa in opera.

È tassativamente proibita l'esecuzione di giunti obliqui formanti angolo diedro acuto (muro andatore, spalla ponte obliquo, ecc.). In tali casi occorre sempre modificare l'angolo diedro acuto in modo tale da formare con le superfici esterne delle opere da giuntare angoli diedri non inferiori ad un angolo retto con facce piane di conveniente larghezza in relazione al diametro massimo degli inerti impiegati nel confezionamento del conglomerato cementizio di ogni singola opera.

### *3.4 PROVE E CONTROLLI DI ACCETTAZIONE*

Sulla base delle indicazioni contenute nel Capitolato Speciale d'Appalto – Norme Generali, relative alle prove e verifiche da eseguire sui materiali e più in generale sul calcestruzzo, la successione dei controlli si dovrà articolare nelle seguenti fasi:

- studio preliminare di qualificazione (§ 4.4.1);
- controlli in corso d'opera (§ 4.4.2);
- controlli sulle opere finite (§ 4.4.3).

La garanzia di qualità dei calcestruzzi e dei materiali potrà essere comprovata a seguito di apposite prove sistematiche effettuate dai Laboratori Ufficiali di cui all'Art. 20 della Legge 5 novembre 1971, n. 1086 e di altri autorizzati con decreto del Ministro dei Lavori Pubblici come previsto dalla normativa cogente.

#### *3.4.1 STUDIO PRELIMINARE DI QUALIFICAZIONE*

Lo studio preliminare si articola in due fasi, comprendendo una fase di qualifica delle miscele in laboratorio ed una messa a punto delle miscele all'impianto di produzione.

In primo luogo, la Direzione Lavori fornirà all'Appaltatore eventuali prescrizioni riguardanti i materiali, l'impasto di calcestruzzo e le modalità esecutive, aggiuntive rispetto a quelle del Progettista e del presente Capitolato. Tali prescrizioni non sono definitive e potranno essere modificate in corso d'opera se necessario. L'Appaltatore dovrà sollecitare la Direzione Lavori al fine di ottenere tali indicazioni.

Successivamente, l'Appaltatore dovrà qualificare gli impasti di calcestruzzo presso un Laboratorio Ufficiale riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture, sottoponendo all'esame della Direzione Lavori, prima dell'inizio dei lavori, la seguente documentazione:

- i campioni dei materiali che intende impiegare, indicando provenienza, tipo, caratteristiche, qualità e stoccaggio dei medesimi, secondo le indicazioni del § 4.1;
- la caratteristiche del conglomerato cementizio usato, secondo quanto indicato al § 4.2; si dovrà fare esplicito riferimento a:
- la resistenza  $R_{ck}$ ;
- il mix design;
- il tipo ed il dosaggio del cemento (§ 4.2.2), il rapporto acqua/cemento (§ 4.2.7);
- il tipo di aggregato, il diametro massimo e lo studio della composizione granulometrica (§ 4.2.3);
- il tipo ed il dosaggio degli additivi e delle aggiunte che intende usare (§ 4.2.4 e 4.2.5);
- il tipo e la classe di conglomerato secondo il § 4.2.6;
- la durabilità (§ 4.2.8), con indicazioni sugli eventuali cicli di gelo-disgelo;
- la lavorabilità (§ 4.2.8.2);
- le caratteristiche della tecnologia esecutiva delle opere, secondo quanto indicato al § 4.3, con particolare riferimento all'impianto di confezionamento ed ai sistemi di trasporto, di getto e di maturazione;
- i risultati delle prove preliminari, effettuate dall'Appaltatore presso un Laboratorio Ufficiale riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture, relative all'impasto di calcestruzzo al fine di controllare tutte le caratteristiche richieste dal Progettista, dal Capitolato d'appalto e dalla

Direzione lavori; per la valutazione preliminare di resistenza si dovrà fare riferimento alle verifiche indicate al §11.2.3 del D.M. 17/01/2018;

- l'elenco delle prove in corso d'opera che dovrà eseguire mettendo a disposizione uomini, mezzi e quanto è necessario, in modo tale che il materiale sia consegnato al Laboratorio in condizioni idonee ad eseguire la sperimentazione; resta inteso che a carico della Direzione Lavori sarà solo la spesa di laboratorio;
- i progetti delle opere provvisori (centine, armature di sostegno e attrezzature di costruzione).

Tale documentazione dovrà essere presentata per ogni tipo di conglomerato cementizio la cui classe figura nei calcoli statici delle opere. Lo studio di composizione non dovrà essere più vecchio di un anno.

La Direzione Lavori autorizzerà l'inizio dei getti di conglomerato cementizio solo dopo:

- aver esaminato ed approvato la documentazione per la qualifica dei materiali e degli impasti di conglomerato cementizio;
- aver effettuato, in contraddittorio con l'Appaltatore, impasti di prova del calcestruzzo presso l'impianto di produzione per la verifica dei requisiti di resistenza e durabilità. Dette prove saranno eseguite sui campioni confezionati in conformità a quanto proposto dall'Appaltatore ai punti a), b), c), d). La qualifica si intenderà superata quando:
- la resistenza a compressione media per ciascun tipo di conglomerato cementizio, misurata a 28 giorni sui provini prelevati dagli impasti di prova all'impianto di confezionamento, risulti superiore alla resistenza indicata nella relazione di qualificazione;
- il valore dell'abbassamento al cono sia conforme alla classe dichiarata;
- il rapporto a/c (UNI 6393) non superi di 0.04 quello dichiarato in fase di qualifica in laboratorio;
- il valore della massa volumica del calcestruzzo fresco sia superiore al 97% di quello ottenuto nella qualifica delle miscele in laboratorio;
- i valori di altre caratteristiche scelte dalla Direzione Lavori rientrino nei limiti da Essa definiti.

Le caratteristiche dei materiali e la composizione degli impasti, definite in sede di qualifica, non possono essere modificate in corso d'opera, salvo autorizzazione scritta della Direzione Lavori. Qualora si prevedesse una variazione dei materiali, la procedura di qualifica, di cui al presente paragrafo, dovrà essere ripetuta.

### 3.4.2 CONTROLLI IN CORSO D'OPERA

La Direzione Lavori eseguirà controlli periodici in corso d'opera sui materiali (§ 4.4.2.1) e su ciascun impasto di calcestruzzo (§ 4.4.2.2), al fine di evidenziare eventuali differenze rispetto alle indicazioni dello studio preliminare di qualificazione (§ 4.4.1).

Si dovranno comunque effettuare anche tutti i controlli già definiti al § 4.3 riguardo a impianti, apparecchiature, etc.

L'Appaltatore dovrà consentire alla Direzione Lavori libero accesso ai luoghi di stoccaggio dei materiali ed ai luoghi di produzione del conglomerato, per poter effettuare, in contraddittorio con il rappresentante dell'Appaltatore, i prelievi ed i controlli previsti nel presente Capitolato.

La frequenza delle prove prescritte dal presente Capitolato sarà stabilita dalla Direzione Lavori, considerando che le stesse dovranno essere eseguite:

- nel rispetto della frequenza minima definita nel presente Capitolato (§ 4.4.2.1 e § 4.4.2.2);
- comunque sempre all'inizio dei lavori prima di autorizzare l'inizio dei getti, per le proprietà dei materiali (l'impasto viene già qualificato in fase preliminare);
- in caso di dubbio, anche conseguente al semplice esame visivo;
- almeno una volta all'anno per le proprietà del calcestruzzo (come stabilito dalla UNI EN 206-1 § 8.2.3.2) (a meno di prescrizioni più restrittive);
- alla prima consegna da parte di un nuovo Fornitore, cava o luogo di provenienza.

I risultati ottenuti dalle prove in corso d'opera non dovranno scostarsi in maniera significativa da quelli individuati in fase di studio preliminare, con una tolleranza definita dalla Direzione Lavori e comunque:

- per la resistenza a compressione del calcestruzzo, nel rispetto dei criteri del “controllo di accettazione” di cui al §11.2.5 del D.M. 17/01/2018;
- secondo il Prospetto 17 della UNI EN 206-1 per i singoli risultati delle caratteristiche del calcestruzzo elencate nel prospetto stesso; per quanto riguarda i valori medi:
- il rapporto a/c non deve essere superiore al valore di riferimento;
- il contenuto di cemento non deve essere inferiore al valore di riferimento;
- per la consistenza, la misurazione deve rientrare nella classe specificata;
- per la granulometria:
- le singole percentuali di passante grosso (UNI 8520) non si discostino di più del 5% da quelle definite in fase di qualifica;
- le singole percentuali di passante fine (UNI 8520) non si discostino di più del 3% da quelle definite in fase di qualifica;
- con uno scarto mai superiore al 5% o rientrante nella classe corrispondente, se non diversamente indicato dalla UNI EN 206-1 o nel presente Capitolato.

Possono essere utilizzati altri metodi di prova rispetto a quelli indicati nel presente Capitolato, purché vengano definite idonee correlazioni o relazioni affidabili tra i risultati ottenuti con l'impiego di tali metodi e quelli dei metodi di riferimento.

L'esame dei requisiti deve essere effettuato separatamente per ogni luogo di produzione avente diverse condizioni operative, a meno che le relazioni non siano definite nelle norme nazionali o nelle disposizioni valide nel luogo di impiego della norma.

#### 3.4.2.1 *Prove sui materiali*

Con le modalità e la frequenza minima indicate nel precedente paragrafo, si dovranno controllare quelle caratteristiche dei materiali prescritte nel presente Capitolato, oltre a quelle che la Direzione Lavori riterrà di volta in volta opportune.

In ogni caso, ad ogni consegna di cementi, aggregati, additivi ed aggiunte, prima del loro scarico in cantiere, si dovrà verificare che il documento di consegna riporti una dichiarazione di conformità con l'ordine, effettuato secondo quanto richiesto nelle norme o nelle specifiche relative.

Ad ogni consegna di cementi, additivi ed aggiunte, si raccomanda che vengano prelevati e conservati dei campioni da assoggettare a prova in caso di dubbio.

Qualora sorgesse il dubbio di un degradamento delle caratteristiche del materiale o di un cambiamento dell'impasto di calcestruzzo, dovuto ad una causa qualsiasi, è facoltà insindacabile della Direzione Lavori richiedere la ripetizione delle prove esclusivamente a carico dell'Appaltatore, anche se non prescritte nel presente Capitolato.

#### 3.4.2.2 *Prove sul calcestruzzo*

Nel paragrafo seguente sono specificate quali caratteristiche del calcestruzzo dovranno essere verificate e con quale frequenza minima; tutte quelle indicate come facoltative dovranno essere controllate a discrezione della Direzione Lavori.

In ogni caso si dovranno rispettare le indicazioni delle norme UNI EN 12350 (Prove sul calcestruzzo fresco) e UNI EN 12390 (Prove sul calcestruzzo indurito).

I criteri di conformità ed accettazione per le proprietà diverse dalla resistenza sono indicati al § 8.2.3 della UNI EN 206-1.

Nel caso di impiego di un calcestruzzo di nuova composizione, dovranno essere effettuate idonee prove iniziali al fine di garantire un calcestruzzo che abbia le proprietà specificate con adeguati margini. Le prove iniziali non sono richieste nel caso si abbia un'esperienza di lunga data con un analogo calcestruzzo o una famiglia di calcestruzzi, ai sensi della UNI EN 206-1.

Per opere sottofalda, si prescrive l'esecuzione della prova di “Resistenza alla penetrazione dell'acqua” con una frequenza minima di:

- ogni 300 mc di getto
- una prova per ogni getto differente (ad esempio per interruzione, fondo, muri, volta, etc).

#### 3.4.2.3 *Resistenza del conglomerato cementizio*

Per la determinazione delle resistenze a compressione dei conglomerati, per la preparazione e stagionatura dei provini, per la forma e dimensione degli stessi e relative casseforme, si dovrà fare riferimento alle indicazioni di cui al §11.2 del D.M. 17/01/2018 ed alla norma UNI EN 12390; in particolare, per quanto riguarda la frequenza dei controlli si seguiranno le indicazioni di cui al § 11.2.5 del D.M. 17/01/2018.

I provini per la valutazione della resistenza caratteristica a 28 giorni, nonché della resistenza raggiunta al momento del taglio dei trefoli o fili aderenti nelle strutture prefabbricate, dovranno essere maturati nelle stesse condizioni termo-igrometriche della struttura secondo quanto indicato dalla Norma UNI EN 12390-2. I

#### 3.4.3 CONTROLLI SULLE OPERE FINITE

Il controllo della qualità del calcestruzzo in opera sarà eseguito su tutte le strutture realizzate, a prescindere dall'esito dei controlli di accettazione, e riguarderà la resistenza caratteristica.

Laddove si prescriva il raggiungimento di specifici valori di resistenza a tempi di maturazione inferiori a 28 giorni, anche questi saranno soggetti a controllo in opera.

Come metodologie si potrà determinare la resistenza:

- tramite carote prelevate secondo UNI 6131 ed UNI 12504-1;
- tramite sclerometro secondo UNI 12504-2, eventualmente combinato con la misurazione della velocità di impulsi d'onde vibrazionali secondo UNI 9524;
- tramite prova di estrazione di tasselli post-inseriti (pull-out test) secondo UNI 10157.

Il numero di prove da effettuare dovrà essere:

- per opere fino a 300 mc: 2 carotaggi ogni 100 mc o frazione;
- per opere oltre i 300 mc: 3 carotaggi e 5 prove (sclerometro o pull-out) ogni 100 mc o frazione.

#### 3.4.4 NON CONFORMITÀ

Nel caso in cui, durante i controlli in corso d'opera, si riscontri una non conformità di una o più caratteristiche dei requisiti di base (riguardo materiali, calcestruzzo e modalità esecutive), si dovranno intraprendere le seguenti azioni:

- interrompere le operazioni di getto interessate dal calcestruzzo non conforme;
- verificare i risultati di prova e le modalità di esecuzione della stessa, ripetendo eventualmente la prova (a spese dell'Appaltatore);
- se la non conformità viene confermata, intraprendere le azioni correttive necessarie nel processo di produzione al fine di rispettare i requisiti richiesti, dopo aver individuato la causa del problema;
- nel caso in cui sia stato già utilizzato il calcestruzzo non conforme per il getto in opera, si dovrà procedere secondo le indicazioni di cui al § 11.2.5.3 del D.M. 17/01/2018; la Direzione Lavori potrà richiedere ulteriori prove da eseguire sull'opera finita, secondo § 11.2.6 del medesimo D.M.;
- adottare i provvedimenti necessari al fine di evitare il ripetersi del problema.

Tutte le azioni intraprese dovranno essere riportate su di un apposito registro. In caso di applicazione di un Sistema Qualità aziendale certificato, le non conformità verranno registrate e gestite secondo le procedure del Manuale della Qualità applicato.

In caso di assenza di un Sistema Qualità, si dovranno comunque indicare: la causa della non conformità, i provvedimenti relativi assunti, i tempi di intervento, la destinazione del prodotto non conforme.

Le prove complementari potranno riguardare qualunque caratteristica del calcestruzzo.

## 4 MANUFATTI PREFABBRICATI

### 4.1 GENERALITÀ

I manufatti prefabbricati considerati nel presente paragrafo sono i manufatti in conglomerato normale o precompresso, misti in laterizio e cemento armato ed elementi metallici. I manufatti prefabbricati dovranno essere conformi alle prescrizioni contenute in:

- D.M. 17/01/2018; in particolare dovranno essere rispettate tutte le indicazioni riportate al §11.8.
- D.M. 03/12/1987 "Norme Tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate" e successivi aggiornamenti;
- Circ.Min. n° 31104 del 16/03/1989 Istruzioni in merito al D.M. 03/12/1987.
- Istruzioni C.N.R. 10025/98 "Istruzioni per il progetto, l'esecuzione e il controllo delle strutture costruite con sistemi industrializzati".

con riferimento a:

- progetto delle opere dal punto di vista delle verifiche di sicurezza e della durabilità;
- costruzione delle opere secondo le tolleranze, le modalità ed i particolari costruttivi definiti;
- prove preliminari e controlli;
- trasporto e montaggio;
- uso e manutenzione.

Per quanto non in contrasto con le norme sopra citate, si dovranno rispettare le prescrizioni contenute nel § 4 e nella UNI EN 206-1.

Ove non previsti sui disegni di progetto, l'impiego di elementi totalmente o parzialmente prefabbricati è subordinato alla preventiva autorizzazione della Direzione Lavori, che potrà prescrivere prove sperimentali atte a prevedere il comportamento della struttura realizzata con tali elementi, con particolare riguardo alla durata nel tempo ed alla efficienza dei collegamenti, tenendo conto dei fenomeni di ritiro e di viscosità e degli effetti dei carichi alternativi o ripetuti.

### 4.2 QUALIFICAZIONE DEGLI IMPIANTI DI PREFABBRICAZIONE

Gli impianti di prefabbricazione, siano essi in stabilimento che a piè di opera, dovranno essere prequalificati dall'Appaltatore e tale qualifica dovrà essere sottoposta, per controllo ed approvazione, alla Direzione Lavori prima di iniziare la produzione.

Tale controllo consisterà nella verifica sull'idoneità di:

- attrezzature da usare nella prefabbricazione quali: impianti di betonaggio, casseforme, piani vibranti, aree di produzione opportunamente coperte e di stoccaggio, modalità di protezione e trasporto ecc;
- modalità esecutive quali: tempi e modi di produzione, metodi di vibrazione, metodi di stagionatura, etc.
- il laboratorio interno per le prove sui materiali;
- le attrezzature per il controllo dei cicli termici durante la stagionatura;
- le materie prime utilizzate nel ciclo produttivo.

### 4.3 MODALITÀ ESECUTIVE

In aggiunta alle prescrizioni indicate nel § 4.3, valgono anche quelle dei seguenti paragrafi.

#### 4.3.1 CONTROLLO SULLE CASSEFORME

Le casseforme dovranno rispondere alle seguenti tolleranze dimensionali (S = scarto ammissibile):

- lunghezza:  $S = L/1000$  (minimo  $\pm 20$  mm)
- sezione (altezza, larghezza, ali):  $S = L/200$  (minimo  $\pm 4$  mm)

- spessore anima:  $S = s/200$  (minimo  $\pm 2$  mm)

#### 4.3.2 POSIZIONAMENTO ARMATURE

Si prescrive:

- Armature in prossimità delle superfici (con il segno + si indica una maggiore distanza dalle superfici):  
- 0.0 cm ÷ + 0.5 cm

- Armature interne cui è affidata la resistenza strutturale:

il maggiore tra  $S = + 0.25$  cm e  $S = + h/100$

essendo h lo spessore in cm del calcestruzzo nella direzione dove lo scarto dell'armatura riduce la resistenza strutturale

- Armature interne costruttive:

il maggiore tra  $S = + 1.0$  cm e  $S = + h/50$

Lo scarto S deve in ogni caso essere inferiore a + 3 cm nel caso di armature ordinarie e di + 0,5 cm per quelle da precompressione, fermo restando quanto detto per le armature di superficie dove S è lo scarto tra la posizione teorica di progetto e la posizione in opera.

#### 4.3.3 SCASSERO

Prima di procedere allo scassero dei manufatti si dovrà verificare, per mezzo di prove preliminari, che il calcestruzzo abbia raggiunto la resistenza richiesta per questa operazione.

Per eventuali azioni si dovrà tenere conto dell'attrito della cassaforma, delle azioni dinamiche, della posizione dei punti di sollevamento, etc. In mancanza di determinazioni più precise si assumerà che gli sforzi massimi siano dovuti al peso proprio maggiorato del 30%.

Tale condizione vale anche per la verifica delle condizioni di sollecitazione all'intorno del punto di sollevamento, anche per l'eventuale armatura di frettaggio.

#### 4.3.4 IDENTIFICAZIONE E STOCCAGGIO DEI MANUFATTI

Si dovrà rispettare la posizione dei punti di appoggio come da progetto, per non indurre o favorire deformazioni lente e/o una variazione dimensionale tale da pregiudicare il montaggio stesso e/o un rilassamento non ammissibile dei cavi di precompressione, ove presenti.

Dovranno essere utilizzati appoggi che riducano al minimo le tensioni interne per dilatazione o ritiro. Dovranno essere indicati il tempo minimo, le tensioni interne per dilatazione o ritiro.

Dovranno essere indicati il tempo minimo e massimo di stoccaggio.

Ciascun elemento dovrà essere contrassegnato almeno come prescritto al § 4.2.2 del D.M. 03/12/1987, salvo i maggiori dati richiesti per manufatti in cemento armato precompresso.

#### 4.3.5 TRASPORTO

Modalità e tempi del trasporto del manufatto dovranno essere tali da evitare danneggiamenti allo stesso. Per il calcolo delle sollecitazioni, ove non più precisamente determinato si

assumerà una azione dovuta al peso proprio maggiorato del 30% per trasporto su strada e del 10% per trasporto in area di cantiere.

Si dovranno tenere nel dovuto conto, nel caso del trasporto su strada, delle azioni indotte dalla frenatura e dalla azione centrifuga.

Nel caso di trasporto su parti di opera in costruzione dovrà essere accuratamente predeterminata la fascia di transito e le azioni volte ad impedire la fuoriuscita da tale fascia.

#### 4.3.6 MONTAGGIO

Le operazioni di posizionamento e montaggio devono essere dettagliatamente descritte nel piano di montaggio e varo, che dovrà anche specificare le tolleranze ammesse nel posizionamento, ove già non previste in fase progettuale.

Nel caso di travi prefabbricate di lunghezza  $L$ , salvo più restrittive specifiche progettuali, dovranno essere rispettati i seguenti limiti ( $s$  = scarto ammissibile)

- posizionamento appoggi nel senso longitudinale:
- $s = \pm L/2000$  con un massimo di  $\pm 1$  cm
- posizionamento appoggi nel senso trasversale:  $s \leq \pm 1$  cm
- posizionamento altimetrico appoggi:
- assoluto:  $s \leq \pm 0,5$  cm
- relativo tra appoggi di una stessa travata su una pila:  $s \leq \pm 2,5$  mm
- parallelismo piani di appoggio travi pulvino
- $s \leq \pm 0,003$  rad

Qualora le travi vengano poste su appoggi provvisori per essere trasferite su quelli definitivi dopo aver effettuato i collegamenti trasversali, andranno valutate le sollecitazioni dovute alle tolleranze di posizionamento precedentemente indicate.

#### 4.3.7 CONTROLLI DIMENSIONALI E STRUTTURALI DEI MANUFATTI

Questi controlli vanno eseguiti sul luogo di produzione degli elementi prefabbricati prima delle operazioni di montaggio e sono indipendenti dalle operazioni di collaudo da effettuarsi sull'impalcato finito.

Dovranno comunque essere effettuati i seguenti controlli:

- la misura delle deformate all'atto della precompressione di tutti gli elementi prodotti; ad esempio, nel caso di travi precomprese, andranno misurate sia l'accorciamento assiale che le controfrecce in un numero significativo di punti. Per un elemento ogni 5 questa misura andrà ripetuta dopo 3 giorni dalla tesatura e poi settimanalmente per tutta la fase di stoccaggio del pezzo;
- il controllo dimensionale rigoroso di un elemento ogni dieci (10) prodotti;
- I controlli dimensionali sono da intendersi positivi, salvo limitazioni più restrittive previste in progetto, quando vengono rispettate le seguenti tolleranze ( $S$  = scarto ammissibile):
- lunghezza delle travi:  $S = \pm L/1000$  con un massimo di  $\pm 2$  cm
- dimensioni globali della sezione (altezza, larghezza delle ali etc.):
- $S = L/200$  con un massimo di 4 mm
- spessore delle anime:  $S = \pm s/100$  con un massimo di  $\pm 3$  mm
- la prova di carico in fase elastica si condurrà assoggettando il pezzo a n. 3 cicli di carico la cui entità e modalità di applicazione deve essere definita in modo da avere deformazioni significative, compatibilmente con le dimensioni del pezzo da provare. Questa prova andrà condotta sui tre primi pezzi prodotti per poter eventualmente intervenire immediatamente sulla produzione.

#### 4.3.8 CONTROLLI E DOCUMENTAZIONE

Per tutti i manufatti prefabbricati, dovranno essere trascritti, nel "Registro di produzione", i seguenti dati:

- sigla o contrassegno del manufatto riferita al disegno di monitoraggio;
- peso del manufatto;
- data e ora di fine getto;
- data e ora di rilascio di trecce/trefoli (per strutture pre-tese) o di tesatura dei cavi o barre (per strutture post-tese);

- tensione di tesatura delle armature di precompressione;
- per i manufatti pre-tesi allungamento a campione sul 30% di trecce/trefoli diritti e su tutti quelli eventualmente deviati;
- per i manufatti post-tesi allungamento parziale e totale di ogni cavo o barra;
- controfascia dei materiali impiegati;
- caratteristiche dei materiali impiegati.

Per "Registro di produzione" non si intende quello menzionato al punto 5.2.1 del D.M. 03.12.87.

## **5 SCAVI E SBANCAMENTI IN GENERALE**

### **5.1 RICOGNIZIONE**

L'appaltatore prima di eseguire gli scavi o gli sbancamenti previsti deve verificare la presenza di eventuali scavi precedenti, tubazioni di acqua, gas e fognature, cavi elettrici e telefonici, cavità sotterranee, ecc., eventualmente non indicati (o erroneamente indicati) negli elaborati progettuali esecutivi, in modo da potere impiegare i mezzi idonei per l'esecuzione dei lavori in appalto.

Il cantiere dovrà essere delimitato da recinzione in rete metallica fissata con paletti di ferro o legno, infissi nel terreno o in plinti in calcestruzzo.

### **5.2 VIABILITÀ NEI CANTIERI**

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.

### **5.3 SPLATEAMENTO E SBANCAMENTO**

Nei lavori di splateamento o sbancamento eseguiti senza l'impiego di escavatori meccanici, le pareti delle fronti di attacco, secondo le prescrizioni dell'art. 12 del D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164, 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, si deve provvedere 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.

#### **5.4 SCAVO A SEZIONE OBBLIGATA: POZZI, SCAVI E CUNICOLI**

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. 13 del D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164, 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'asportazione del materiale scavato, un robusto impalcato con apertura per il passaggio della benna.

#### **5.5 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.

#### **5.6 IMPIEGO DI ESPLOSIVI**

L'uso di esplosivi per l'esecuzione di scavi è vietato.

#### **5.7 DEPOSITO DI MATERIALI IN PROSSIMITÀ DEGLI SCAVI**

È vietato, secondo le prescrizioni dell'art. 14 del D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164, 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.

#### **5.8 PRESENZA DI GAS NEGLI SCAVI**

Quando si eseguono lavori entro pozzi, fogne, cunicoli, camini e fosse in genere, come stabilisce l'art. 15 del D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164, devono essere adottate idonee misure 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.

## **5.9 DIVIETI PER L'APPALTATORE DOPO L'ESECUZIONE DEGLI SCAVI**

L'appaltatore dopo l'esecuzione degli scavi non può iniziare l'esecuzione delle opere, 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.

## **5.10 SISTEMAZIONE DI STRADE, ACCESSI E RIPRISTINO PASSAGGI**

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per la sistemazione delle strade e dei collegamenti esterni ed interni, la collocazione, se 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, ecc.) la data presumibile dell'esecuzione dei lavori nelle zone interessate, chiedendo altresì tutti quei dati (ubicazione, profondità, ecc.) necessari al fine di eseguire tutti i lavori con quelle cautele opportune per evitare danni alle opere su accennate.

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 oltretutto, naturalmente, alla direzione dei lavori.

Rimane stabilito 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.

Fanno comunque carico all'amministrazione gli oneri relativi a spostamenti temporanei e/o definitivi di cavi o condotte che si rendessero necessari.

## **5.11 SMACCHIAMENTO DELL'AREA**

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.

## **5.12 ALLONTANAMENTO DELLE ACQUE SUPERFICIALI O DI INFILTRAZIONE**

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per l'esaurimento delle acque superficiali o di infiltrazione concorrenti nei cavi e l'esecuzione di opere provvisorie per lo scolo e la deviazione preventiva di esse dalle sedi stradali o dal cantiere, in generale.

## **5.13 PROPRIETÀ DEGLI OGGETTI RITROVATI**

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 rinverano 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.

#### **5.14 DEMOLIZIONE DELLE PAVIMENTAZIONI**

La demolizione può anche essere effettuata con impiego di attrezzature tradizionali quali escavatori, pale meccaniche, martelli demolitori ecc. a discrezione della DL ed a suo insindacabile giudizio.

Le pareti dello scavo dovranno risultare perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e privo di sgretolature.

Eventuali danni causati dall'azione dei mezzi sulla parte di pavimentazione da non demolire dovranno essere riparati a cura e spese dell'Impresa.

L'Impresa è inoltre tenuta a regolarizzare e compattare il piano di posa della pavimentazione demolita.

### **6 SCAVI DELLE TRINCEE, COORDINAMENTO ALTIMETRICO E RISPETTO DELLE LIVELLETTE PER LA POSA IN OPERA DELLE TUBAZIONI**

#### **6.1 GENERALITÀ**

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

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

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

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

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

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

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

Qualora invece detti errori di livelletta, a giudizio insindacabile della direzione dei lavori o del collaudatore, dovessero pregiudicare la funzionalità delle opere, si applicheranno le penali previste dal presente capitolato.

Le radici degli alberi in corrispondenza della trincea nella zona interessata all'attraversamento della condotta devono essere accuratamente eliminate.

## **6.2 INTERFERENZE CON EDIFICI**

Quando gli scavi si sviluppino lungo strade affiancate da edifici esistenti, si dovrà operare in modo da non ridurre la capacità portante dell'impronta delle fondazioni. Gli scavi devono essere preceduti da attento esame delle loro fondazioni, integrato da sondaggi, tesi ad accertarne natura, consistenza e profondità, quando si possa presumere che lo scavo della trincea risulti pericoloso per la stabilità dei fabbricati. Verificandosi tale situazione, l'appaltatore dovrà ulteriormente procedere, a sue cure e spese, ad eseguire i calcoli di verifica della stabilità nelle peggiori condizioni che si possano determinare durante i lavori ed a progettare le eventuali opere di presidio, provvisorie o permanenti, che risulti opportuno realizzare.

Le prestazioni relative all'esecuzione dei sondaggi e alla realizzazione delle opere di presidio alle quali – restando ferma ed esclusiva la responsabilità dell'appaltatore – si sia dato corso secondo modalità consentite dalla direzione dei lavori, faranno carico alla stazione appaltante e verranno remunerate ai prezzi d'elenco.

Qualora, lungo le strade sulle quali si devono realizzare le opere, qualche fabbricato presenti lesioni o, in rapporto al suo stato, induca a prevederne la formazione in seguito ai lavori, sarà obbligo dell'appaltatore redigerne lo stato di consistenza in contraddittorio con le proprietà interessate, corredandolo di un'adeguata documentazione fotografica e installando, all'occorrenza, idonee spie.

## **6.3 ATTRAVERSAMENTI DI MANUFATTI**

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

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

## **6.4 INTERFERENZE CON SERVIZI PUBBLICI SOTTERRANEI**

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

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

I servizi intersecati devono essere messi a giorno mediante accurato scavo a mano, fino alla quota di posa della canalizzazione, assicurati mediante un solido sistema di puntellamento nella fossa e – se si tratta di acquedotti – protetti dal gelo nella stagione invernale, prima di avviare i lavori generali di escavazione con mezzi meccanici.

Le misure di protezione adottate devono assicurare stabilmente l'esercizio dei servizi intersecati. Qualora ciò non sia possibile, su disposizione della direzione dei lavori, sentiti gli uffici competenti, si provvederà a deviare dalla fossa i servizi stessi.

Saranno a carico della stazione appaltante esclusivamente le spese occorrenti per quegli spostamenti dei pubblici servizi che, a giudizio della direzione dei lavori, risultino strettamente indispensabili. Tutti gli oneri che l'impresa dovrà sostenere per le maggiori difficoltà, derivanti ai lavori a causa dei servizi stessi, si intendono già remunerati dai prezzi stabiliti dall'elenco per l'esecuzione degli scavi.

## **7 DEMOLIZIONI**

### **7.1 INTERVENTI PRELIMINARI**

L'appaltatore prima dell'inizio delle demolizioni deve assicurarsi dell'interruzione degli approvvigionamenti idrici, gas, allacci di fognature; dell'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».

Ai fini pratici, i materiali contenenti amianto presenti negli edifici possono essere divisi in tre grandi categorie:

- 1) materiali che rivestono superfici applicati a spruzzo o a cazzuola;
- 2) rivestimenti isolanti di tubi e caldaie;
- 3) una miscellanea di altri materiali comprendente, in particolare, pannelli ad alta densità (cemento-amianto), pannelli a bassa densità (cartoni) e prodotti tessili. I materiali in cemento-amianto, soprattutto sotto forma di lastre di copertura, sono quelli maggiormente diffusi.

### **7.2 IDONEITÀ DELLE OPERE PROVVISORIALI**

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.

Prima di reimpiegare elementi di ponteggi di qualsiasi tipo si deve provvedere alla loro revisione per eliminare quelli non ritenuti più idonei.

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 provvisori impiegati dall'appaltatore.

### **7.3 ORDINE DELLE DEMOLIZIONI**

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 quelle di eventuali edifici adiacenti, ricorrendo, ove occorra, al loro preventivo puntellamento.

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.

### **7.4 ALLONTANAMENTO E /O DEPOSITO DELLE MATERIE DI RISULTA**

Il materiale di risulta ritenuto inutilizzabile dal direttore dei lavori per la formazione di rilevati o rinterri, deve essere allontanato dal cantiere per essere portato a rifiuto presso pubblica discarica del comune in cui si eseguono i lavori o altra discarica autorizzata ovvero su aree preventivamente acquisite dal comune ed autorizzate dal comune; diversamente l'appaltatore potrà trasportare a sue spese il materiale di risulta presso proprie aree.

Il materiale proveniente dagli scavi che dovrà essere riutilizzato dovrà essere depositato entro l'ambito del cantiere, o sulle aree precedentemente indicate ovvero in zone tali da non costituire intralcio al movimento di uomini e mezzi durante l'esecuzione dei lavori.

### **7.5 PROPRIETÀ DEI MATERIALI DA DEMOLIZIONE A SCAVO**

I materiali provenienti da scavi o demolizioni restano in proprietà della stazione appaltante; quando, a giudizio della direzione dei lavori, possano essere reimpiegati, l'appaltatore deve trasportarli e regolarmente accatastarli per categorie nei luoghi stabiliti dalla direzione stessa, essendo di ciò compensato con gli appositi prezzi di elenco.

Qualora in particolare i detti materiali possano essere usati nei lavori oggetto del presente capitolato, l'appaltatore avrà l'obbligo di accettarli; in tal caso verrà ad essi attribuito un prezzo pari al 50% del corrispondente prezzo dell'elenco contrattuale; i relativi importi devono essere dedotti dall'importo netto dei lavori, restando a carico dell'appaltatore le spese di trasporto, accatastamento, cernita, lavaggio, ecc.

## **8 RILEVATI**

Con il termine "rilevati" sono definite tutte le opere in terra destinate a formare il corpo stradale, le opere di presidio, i piazzali, nonché il piano d'imposta delle pavimentazioni.

### **8.1 FORMAZIONE DEL RILEVATO - GENERALITÀ, CARATTERISTICHE E REQUISITI DEI MATERIALI**

Si considerano le seguenti categorie di lavori:

- ✓ Rilevati stradali;

La classificazione delle terre e la determinazione del loro gruppo di appartenenza sarà conforme alle norme CNR 10006.

### **8.2 RILEVATI STRADALI**

I rilevati saranno eseguiti con le esatte forme e dimensioni indicate nei disegni di progetto e non dovranno superare la quota del piano di appoggio della fondazione stradale (sottofondo).

Nella formazione dei rilevati sarà impiegato materiale arido proveniente da cave

### **8.3 IMPIEGO DI TERRE APPARTENENTI AI GRUPPI A<sub>1</sub>, A<sub>2-4</sub>, A<sub>2-5</sub>, A<sub>3</sub>**

Dovranno essere impiegati materiali appartenenti ai gruppi A<sub>1</sub>, A<sub>2-4</sub>, A<sub>2-5</sub>, A<sub>3</sub>, il materiale appartenente al gruppo A<sub>3</sub> dovrà presentare un coefficiente di uniformità ( $D_{60}/D_{10}$ ) maggiore o uguale a 7.

Per l'ultimo strato di 30 cm dovranno essere impiegati materiali appartenenti esclusivamente ai gruppi A<sub>1-a</sub> e A<sub>3</sub> (per le terre appartenenti al gruppo A<sub>3</sub> vale quanto già detto in precedenza).

I materiali impiegati dovranno essere del tutto esenti da frazioni o componenti vegetali, organiche e da elementi solubili, gelivi o comunque instabili nel tempo, non essere di natura argillo-scistosa nonché alterabili o molto fragili.

L'impiego di rocce frantumate è ammesso nella restante parte del rilevato, se di natura non geliva, se stabili con le variazioni del contenuto d'acqua e se tali da presentare pezzature massime non eccedenti i 20 cm, nonché di soddisfare i requisiti già precedentemente richiamati.

Di norma la dimensione delle massime pezzature ammesse non dovrà superare i due terzi dello spessore dello strato compattato.

Il materiale a pezzatura grossa (compreso tra i 7,1 ed i 20 cm) deve essere di pezzatura disuniforme e non deve costituire più del 30% del volume del rilevato; in particolare dovrà essere realizzato un accurato intasamento dei vuoti, in modo da ottenere, per ogni strato, una massa ben assestata e compattata.

Nel caso si utilizzino rocce tufacee, gli scapoli dovranno essere frantumati completamente, con dimensioni massime di 10 cm.

A compattazione avvenuta i materiali dovranno presentare una massa volumica del secco pari o superiore al 90% della massa volumica del secco massima individuata dalle prove di compattazione AASHO Mod. (CNR 69 - 1978), (CNR 22 - 1972), e/o un modulo di deformabilità non minore di 20 MPa (nell'intervallo di carico compreso tra 0.05 e 0.15 N/mm<sup>2</sup>) (CNR 146 - 1992), salvo per l'ultimo strato di 30 cm costituente il piano di posa della fondazione della pavimentazione, che dovrà presentare un grado di costipamento pari o superiore al 95% e salvo diverse e più restrittive prescrizioni motivate, in sede di progettazione, dalla necessità di garantire la stabilità del rilevato e della pavimentazione stradale in trincea, il modulo di deformazione al primo ciclo di carico su piastra (diametro 30 cm) dovrà risultare non inferiore a:

50 MPa: nell'intervallo compreso tra 0,15 - 0.25 da N/mm<sup>2</sup> sul piano di posa della fondazione della pavimentazione stradale sia in rilevato che in trincea;

20 MPa: nell'intervallo compreso tra 0.05 - 0.15 N/mm<sup>2</sup> sul piano di posa del rilevato posto a 1,00 m da quello della fondazione della pavimentazione stradale;

15 MPa: nell'intervallo compreso tra 0.05 - 0.15 N/mm<sup>2</sup> sul piano di posa del rilevato posto a 2,0 m, o più, da quello della fondazione della pavimentazione stradale.

La variazione di detti valori al variare della quota dovrà risultare lineare.

Per altezze di rilevato superiori a 2 m potranno essere accettati valori inferiori a 15 MPa sempre che sia garantita la stabilità dell'opera e la compatibilità dei cedimenti, sia totali che differenziali, e del loro decorso nel tempo.

Le caratteristiche di deformabilità dovranno essere accertate in modo rigoroso e dovranno essere garantite, anche a lungo termine, nelle condizioni climatiche e idrogeologiche più sfavorevoli

Su ciascuna sezione trasversale i materiali impiegati per ciascuno strato dovranno essere dello stesso gruppo.

Nel caso di rilevati aventi notevole altezza, dovranno essere realizzate banchine di scarpata della larghezza di 2 m a quota idonea e comunque ad una distanza verticale dal ciglio del rilevato non superiore a 6 m.

Le scarpate dovranno avere pendenze non superiori a quelle previste in progetto ed indicate nei corrispondenti elaborati.

Quando siano prevedibili cedimenti del piano di appoggio dei rilevati superiori ai 15 cm, l'Appaltatore sottoporrà alla D.L. un piano per il controllo dell'evoluzione dei cedimenti.

La posa in opera delle apparecchiature necessarie a tale scopo, e il rilevamento dei cedimenti saranno eseguite a cura e spese dell'Appaltatore in accordo con la D.L..

In ogni caso l'Appaltatore dovrà provvedere a reintegrare i maggiori volumi di rilevato per il raggiungimento della quota di progetto ad avvenuto esaurimento dei cedimenti.

La costruzione del rilevato dovrà essere programmata in maniera tale che il cedimento residuo da scontare, terminati i lavori, non sia superiore al 10% del cedimento teorico a fine consolidazione e comunque non superiore ai 5 cm.

Ogni qualvolta i rilevati dovranno poggiare su declivi con pendenza superiore al 20%, ultimata l'asportazione del terreno vegetale e fatta eccezione per diverse e più restrittive prescrizioni derivanti dalle specifiche condizioni di stabilità globale del pendio, si dovrà procedere all'esecuzione di una gradonatura con banche in leggera contropendenza (1% - 2%) e alzate verticali contenute in altezza.

Nel caso di allargamento di un rilevato esistente, si dovrà ritagliare, con ogni cautela, a gradoni orizzontali il terreno costituente il corpo del rilevato sul quale verrà addossato il nuovo materiale, con la cura di procedere per fasi, in maniera tale da far seguire ad ogni gradone (altezza massima 50 cm) la stesa del corrispondente nuovo strato, di analoga altezza ed il suo costipamento, consentendo nel contempo l'eventuale viabilità del rilevato esistente.

L'operazione di gradonatura sarà preceduta dalla rimozione dello strato di terreno vegetale a protezione del rilevato esistente, che sarà accantonato se ritenuto idoneo, o portato a rifiuto, se inutilizzabile.

Anche il materiale di risulta proveniente dallo scavo dei gradoni al di sotto della coltre vegetale superficiale, sarà accantonato se ritenuto idoneo e riutilizzato per la costruzione del nuovo rilevato, o portato a rifiuto se inutilizzabile.

#### **8.4 IMPIEGO DI TERRE APPARTENENTI AI GRUPPI A<sub>2-6</sub>, A<sub>2-7</sub>**

Saranno impiegate terre appartenenti ai gruppi A<sub>2-6</sub>, A<sub>2-7</sub>, solo se provenienti dagli scavi e previste nel progetto.

Il loro utilizzo è previsto per la formazione di rilevati, soltanto al di sotto di 2,0 m dal piano di posa della fondazione della pavimentazione stradale, previa predisposizione di uno strato anticapillare di spessore non inferiore a 30 cm.

Il grado di costipamento e la umidità con cui costipare i rilevati formati con materiale dei gruppi in oggetto, dovranno essere preliminarmente determinati dall'Appaltatore e sottoposti alla approvazione della Direzione Lavori, attraverso una opportuna campagna sperimentale.

In ogni caso lo spessore degli strati sciolti non dovrà superare 30 cm ed il materiale dovrà essere convenientemente disaggregato.

## 8.5 IMPIEGO DI TERRE APPARTENENTI AI GRUPPI A<sub>4</sub>, A<sub>5</sub>, A<sub>6</sub>, A<sub>7</sub>

Per quanto riguarda le terre provenienti da scavi di sbancamento e di fondazione appartenenti ai gruppi A<sub>4</sub>, A<sub>5</sub>, A<sub>6</sub>, A<sub>7</sub> si esaminerà, di volta in volta, l'eventualità di portarlo a rifiuto ovvero di utilizzarlo previa idonea correzione (a calce e/o cemento, punto 2.4.8.1 e seguenti), attraverso una opportuna campagna sperimentale.

I rilevati con materiali corretti potranno essere eseguiti dietro ordine della Direzione dei Lavori solo quando vi sia la possibilità di effettuare un tratto completo di rilevato ben definito delimitato tra due sezioni trasversali del corpo stradale.

In ogni caso lo spessore degli strati sciolti non dovrà superare 30 cm.

## 9 FONDAZIONI STRADALI

### 9.1 MISTO GRANULARE STABILIZZATO PER FONDAZIONE E/O SOTTOFONDAZIONE

#### 9.1.1 DESCRIZIONE

La fondazione in oggetto è costituita da una miscela di terre stabilizzate granulometricamente; la frazione grossa di tale miscela (trattenuta al setaccio UNI 2 mm) può essere costituita da ghiaie, frantumati, detriti di cava, scorie o anche altro materiale ritenuto idoneo dalla DL

La fondazione potrà essere formata da materiale di apporto idoneo oppure da correggersi con adeguata attrezzatura in impianto fisso di miscelazione.

Lo spessore da assegnare alla fondazione sarà fissato progettualmente e verificato dalla D.L.

#### 9.1.2 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI DA IMPIEGARE (PIATTAFORMA STRADALE)

Il materiale in opera, dopo l'eventuale correzione e miscelazione, risponderà alle caratteristiche seguenti:

a) l'aggregato non deve avere dimensioni superiori a 63 mm, né forma appiattita, allungata o lenticolare;

b) granulometria compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo ed uniforme praticamente concorde a quello delle curve limite:

| setacci  | UNI (mm) | Fuso (passante %) |
|----------|----------|-------------------|
| setaccio | 63       | 100-100           |
| setaccio | 40       | 84-100            |
| setaccio | 20       | 70-92             |
| setaccio | 14       | 60-85             |
| setaccio | 8        | 46-72             |
| setaccio | 4        | 30-56             |
| setaccio | 2        | 24-44             |
| setaccio | 0.25     | 8-20              |
| setaccio | 0.063    | 6-12              |

d) perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 30% in peso;

e) equivalente in sabbia misurato sulla frazione passante al setaccio ASTM n. 4; compreso tra 40 e 80 (la prova va eseguita con dispositivo meccanico di scuotimento).

Tale controllo dovrà anche essere eseguito per materiale prelevato dopo costipamento.

Il limite superiore dell'equivalente in sabbia pari a 80 potrà essere modificato dalla DL in funzione delle provenienze e delle caratteristiche del materiale.

Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso tra 40 e 60 la DL richiederà in ogni caso (anche se la miscela contiene più del 60% in peso di elementi frantumati) la verifica dell'indice di portanza CBR di cui al successivo comma.

Indice di portanza C.B.R. <sup>1</sup> dopo quattro giorni di imbibizione in acqua (eseguito sul materiale passante al crivello UNI 25 mm) non minore di 50.

E' inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di  $\pm 2\%$  rispetto all'umidità ottima di costipamento.

Se le miscele contengono oltre il 60% in peso di elementi frantumati a spigoli vivi, l'accettazione avverrà sulla base delle sole caratteristiche indicate ai precedenti commi a, b, d, e, salvo nel caso citato al comma e) in cui la miscela abbia equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35.

### 9.1.3 STUDIO PRELIMINARE

Le caratteristiche suddette dovranno essere accertate dalla DL mediante prove di laboratorio sui campioni che l'Impresa avrà cura di presentare a tempo opportuno per la loro valutazione prima dell'inizio delle lavorazioni.

Contemporaneamente l'Impresa dovrà indicare, per iscritto, le fonti di approvvigionamento, il tipo di lavorazione che intende adottare, il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che verrà impiegata.

I requisiti di accettazione verranno inoltre accertati con controlli della DL in corso d'opera, prelevando il materiale in sito già miscelato, prima e dopo avere effettuato il costipamento.

### 9.1.4 MODALITÀ ESECUTIVE

Il piano di posa dello strato dovrà avere le quote, la sagoma, i requisiti di compattezza ed essere ripulito da materiale estraneo non idoneo.

Il materiale verrà steso in strati di spessore finito non superiore a 15 cm e dovrà presentarsi, dopo costipato, uniformemente miscelato in modo da non presentare segregazione dei suoi componenti.

L'eventuale aggiunta di acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione della densità, è da effettuarsi mediante dispositivi spruzzatori.

A questo proposito si precisa che tutte le operazioni anzidette non devono essere eseguite quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato stabilizzato.

Verificandosi comunque eccesso di umidità o danni dovuti al gelo lo strato compromesso dovrà essere rimosso e ricostituito a cura e spese dell'Impresa.

Il materiale pronto per il costipamento dovrà presentare in ogni punto la prescritta granulometria.

Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli vibranti o vibranti gommati, tutti semoventi.

L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno, per ogni cantiere, determinate dalla DL con una prova sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere (prove di costipamento), tali da portare alla eventuale taratura dei mezzi costipanti.

Il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 95% della densità massima fornita dalla prova AASHTO modificata (AASHTO T 180-57 metodo D) con esclusione della sostituzione degli elementi trattenuti al setaccio 3/4" <sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> CNR-UNI 10009 - Prove sui materiali stradali indice di portanza CBR di una terra

<sup>2</sup> AASHTO T 180-57 metodo D con esclusione della sostituzione degli elementi trattenuti al setaccio 3/4". Se la misura in sito riguarda materiale contenente fino al 25% in peso di elementi di dimensioni maggiori di 25 mm, la densità ottenuta verrà corretta in base alla formula:

$$d_r = \frac{P_c(100 - x)}{100P_c - xd_i}$$

$d_r$  = densità della miscela ridotta degli elementi di dimensione superiore a 25 mm da paragonare a quello AASHTO modificata determinata in laboratorio;

$d_i$  = densità della miscela intera;

$P_c$  = peso specifico degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm.

La portanza dello strato dovrà essere rilevata mediante tramite LWD (Light Weight Deflectometer tipo Dynatest) con valore min 60Mpa.

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm., controllato a mezzo di un regolo di 4,5 m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali. Lo spessore dovrà essere quello prescritto, con una tolleranza in più o in meno del 5% purché questa differenza si presenti solo saltuariamente.

Per quanto riguarda il controllo delle lavorazioni si richiamano espressamente le norme di cui al successivo punto 14.2.5

#### **9.1.5 NORME DI CONTROLLO DELLE LAVORAZIONI**

A discrezione della Direzione dei Lavori verrà verificata la rispondenza delle caratteristiche granulometriche delle miscele.

Verrà ammessa una tolleranza di  $\pm 5$  punti percentuali fino al passante al setaccio 4 e di  $\pm 2$  punti percentuali per il passante al setaccio 2 ed inferiori, purché non vengano superati i limiti del fuso.

La rispondenza delle caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le medesime prove di laboratorio eseguite per la loro qualifica. La rispondenza delle granulometrie delle miscele a quelle di progetto dovrà essere verificata con controlli giornalieri, e comunque ogni 300 mc. di materiale posto in opera.

A compattazione ultimata la densità in sito dovrà essere non inferiore al 94% della densità dei provini giratoria (miscela di progetto a 180 giri) nel 100% delle misure effettuate.

La portanza dello strato dovrà essere rilevata mediante tramite LWD (Light Weight Deflectometer tipo Dynatest) con valori min 60Mpa dopo 4 ore e 200Mpa dopo 1gg.

Lo spessore dello strato dovrà essere verificato con la frequenza di almeno un carotaggio ogni 400 m. di strada o carreggiata.

Lo spessore stabilito non dovrà avere tolleranze in difetto superiori al 5% nel 98% dei rilevamenti; in caso contrario sia per la planarità che per le zone omogenee con spessore in difetto sarà obbligo dell'Appaltatore a sua cura e spesa compensare gli spessori carenti incrementando in egual misura lo spessore in conglomerato bituminoso sovrastante.

## **10 PIETRE NATURALI E MARMI**

### **10.1 GENERALITÀ – CARATTERISTICHE TECNICHE E NOMENCLATURA**

I materiali in argomento dovranno corrispondere alle "Norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione" di cui al R.D. 16 novembre 1939, n. 2332.

In generale, le pietre da impiegarsi nelle costruzioni dovranno essere omogenee, a grana compatta (con esclusione di parti tratte dal cappellaccio), esenti da screpolature, peli, venature, piani di sfaldatura, sostanze estranee, nodi, scaglie, cavità, ecc. Dovranno avere dimensioni adatte al particolare loro impiego ed offrire una resistenza proporzionata all'entità delle sollecitazioni cui saranno sottoposte; in particolare, il carico di sicurezza a compressione non dovrà mai essere superiore al 20% del rispettivo carico di rottura.

---

x = percentuale in peso degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm. La suddetta formula di trasformazione potrà essere applicata anche nel caso di miscele contenenti una percentuale in peso di elementi di dimensione superiore a 35 mm, compresa tra il 25 e il 40%.

In tal caso nella stessa formula, al termine x, dovrà essere sempre dato il valore 25 (indipendentemente dalla effettiva percentuale in peso trattenuto al crivello UNI 25 mm).

**TAB. 17 - Pietre e marmi – Classificazione e caratteristiche tecniche indicative**  
(v. anche UNI EN 12370)

| MATERIALE           | Massa volumica<br>kg/m³ | RESISTENZA (N/mm²)  |                        |                     | Modulo di elasticità<br>N/mm² |
|---------------------|-------------------------|---------------------|------------------------|---------------------|-------------------------------|
|                     |                         | Rottura a flessione | Rottura a compressione | Sicurezza (di rif.) |                               |
| <b>ERUTTIVO</b>     |                         |                     |                        |                     |                               |
| a) Di profondità    |                         |                     |                        |                     |                               |
| Granito             | 2600                    | 10                  | 160                    | 5                   | 50.000                        |
| Sienile             | 2700                    | 10                  | 160                    | 5                   | 50.000                        |
| b) Effusivo         |                         |                     |                        |                     |                               |
| Porfido di quarzo   | 2600                    | 15                  | 180                    | 7                   | 55.000                        |
| Basalto             | 2900                    | 20                  | 250                    | 12                  | 90.000                        |
| c) Detritico        |                         |                     |                        |                     |                               |
| Tufo vulcanico      | 1600                    | —                   | 5                      | 1                   | 10.000                        |
| <b>SEDIMENTARIO</b> |                         |                     |                        |                     |                               |
| Arenaria            | 2100                    | 5                   | 10                     | 3                   | 30.000                        |
| Calcere tenero      | 2200                    | 5                   | 30                     | 3                   | 30.000                        |
| Calcere compatto    | 2600                    | 6                   | 80                     | 4                   | 40.000                        |
| Travertino          | 2300                    | 4                   | 40                     | 3                   | 25.000                        |
| <b>METAMORFICO</b>  |                         |                     |                        |                     |                               |
| Marmo               | 2700                    | 6                   | 120                    | 3                   | 40.000                        |
| Quarziti            | 2500                    | 6                   | 150                    | 5                   | 50.000                        |

**TAB. 18 - Nomenclatura delle pietre rispetto alla lavorazione delle superfici**  
(v. anche la UNI EN 12370, p. 2.3)

| NOMENCLATURA          | DESCRIZIONE                                                                                                                                                   |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Greggia di cava       | Superficie del materiale che ha subito soltanto lo stacco dalla montagna naturale (crollo di cava) oppure con mine od altri mezzi (cunei, mazze, ecc.).       |
| Greggia di spacco     | Superficie ottenuta mediante spacco dalla roccia secondo i piani di divisibilità (sfaldamento, falda, controfalda e controverso).                             |
| Mano di sega          | Superficie striata come risulta dopo la segatura.                                                                                                             |
| Sbozzata              | Superficie che in cava ha subito una prima lavorazione per una grossolana squadratura con piccone o con punta grossa (sabbia).                                |
| A punta grossa        | Uniforme distribuzione di solchi e cavità di profondità 8 ÷ 12 mm. (lavorazione con mazzuolo e punta grossa).                                                 |
| A punta media         | Idem con profondità 5 ÷ 8 mm (lavorazione con mazzuolo e punta media).                                                                                        |
| A punta fine          | Idem con profondità 2 ÷ 5 mm (lavorazione con mazzuolo e punta fine).                                                                                         |
| Scalpellata           | Superficie pressoché liscia; sono tuttavia ammessi solchi o cavità di profondità non maggiore a 2 mm. (lavorazione a mazzuolo e scalpello).                   |
| Bocciardata grossa    | Granulare uniforme; lavorazione con bocciarda grossa (9 o 16 denti su 25 cm²).                                                                                |
| Bocciardata media     | Idem con bocciarda media (25 o 26 denti su 25 cm²).                                                                                                           |
| Bocciardata fine      | Idem con bocciarda fine (49,64 o 81 denti su 25 cm²).                                                                                                         |
| Bocciardata finissima | Idem con bocciarda finissima (100, 121 o 144 denti su 25 cm²).                                                                                                |
| Martellinata grossa   | Uniformemente striata in una sola direzione; lavorazione alla martellina grossa su superficie preventivamente lavorata alla punta grossa.                     |
| Martellinata media    | Idem con martellina media su superficie preventivamente lavorata a punta media e fine a martellina grossa.                                                    |
| Martellinata fine     | Idem con martellina fine su superficie a mano di sega o a punta fine o a martellina media.                                                                    |
| Frullonata            | Superficie liscia omogenea con leggeri segni di lavorazione (rigatura o striatura); viene fatta con virgole o con globuli di acciaio.                         |
| Levigata              | Superficie liscia ed omogenea, senza rigature, striature od altri segni di lavorazione; viene ottenuta con virgole 1,2,3 oppure con carborundum o spuntiglio. |
| Lucidata              | Superficie brillante, speculare; ottenuta su superficie preventivamente levigata con l'impiego di spuntiglio finissimo, ossido di piombo o gomma lacca, ecc.  |

Saranno escluse le pietre marnose, gessose e in generale tutte quelle alterabili all'azione degli agenti atmosferici e dell'acqua corrente.

Le prove per l'accertamento dei requisiti fisico-chimici e meccanici saranno effettuate in conformità alle norme cui al R.D. citato, alle norme UNI EN in vigore (si citano tra le altre le UNI EN 12370, 12371, 12372, 12407, 13161, 13364, 13755, 14066, 14158, 14581, 1925, 1926, 1936) e in particolare alle norme della serie UNI EN 772.

Si richiamano inoltre le seguenti:

- UNI EN 12370 - Pietre naturali. Terminologia.
- UNI EN 771-6 - Specifiche per elementi di muratura. Elementi di pietra naturale.
- UNI EN 772-1 - Metodi di prova per elementi di muratura. Determinazione della resistenza a compressione

## **10.2 PIETRA DA TAGLIO**

Oltre a possedere gli accennati requisiti e caratteri generali, dovrà essere sonora alla percussione, immune da fenditure e litoclasti, di perfetta lavorabilità. Per le opere esterne sarà vietato l'impiego di materiali con vene non perfettamente omogeneizzate e di brecce in genere.

## **10.3 BASALTO LAVICO BOCCIARDATO**

Sarà sempre di prima scelta e di spessore uniforme. Per l'accettazione dovrà rispettare le specifiche e relativi metodi di prova riportati nella norma alla norma EN 1341, marcato CE, proveniente da un'unica cava e con resistenza a carico di rottura monoassiale dopo le prove di gelività: 190-200 Mpa.

## **11 MALTA PER SIGILLATURA FUGHE PAVIMENTAZIONE**

Oltre al conglomerato cementizio, si definiscono le seguenti miscele:

- malta: "calcestruzzo con diametro massimo dell'aggregato di 4 mm o minore" secondo la UNI EN 206-1 (§ 6.1); è detto infatti microcalcestruzzo;
- betoncino: termine improprio per definire una malta con diametri dell'aggregato fino a 15 mm; ha le stesse caratteristiche di una malta (a cui si rimanda per le prescrizioni); rispetto ad una malta, il betoncino viene usato per il riempimento di grandi volumi;
- boiaccia: miscela di acqua, cemento ed eventuali additivi, ma senza l'uso di aggregati;
- magrone: "conglomerato cementizio a composizione richiesta" secondo la UNI EN 206-1, con classe di resistenza solitamente Rck 15 (§ 6.2).

Si dovrà porre attenzione alle caratteristiche della miscela proposta dal produttore, tenendo conto che spesso in commercio si trovano prodotti con una nomenclatura differente da quella adottata (ad esempio, la malta può essere definita come una miscela con cemento e sabbia –  $D_{max} = 2\text{mm}$  –, il betoncino con cemento, sabbia e ghiaietto –  $D_{max} = 25\text{mm}$  –, calcestruzzo altrimenti).

### **11.1 MALTA PER SIGILLATURA GIUNTI PAVIMENTAZIONE**

Nel presente paragrafo si indicherà con malta anche il betoncino, con l'unica differenza già indicata in precedenza relativamente alla dimensione degli aggregati.

#### **11.1.1 REQUISITI DEI MATERIALI**

Malta premiscelata, (con resistenza meccanica a 7 gg  $> 45 \text{ N/mm}^2$  e a 28 gg  $> 55 \text{ N/mm}^2$  e resistenza alla flessione pari a  $8 \text{ MPa}$ ), realizzati con speciali leganti ed aggregati di prima qualità in curva granulometrica (diametro max 2 mm), in classi di esposizione ambientale XS3 e XF4, rispondenti alla normativa UNI EN 206.

Schede Tecniche dei prodotti che l'Appaltatore intende utilizzare dovranno essere inviate per informazione alla Direzione Lavori prima dell'inizio dei lavori stessi.

Solitamente si utilizzano malte a base di cemento ("malte cementizie"), fornite in confezioni sotto forma di miscela secca che viene impastata con un quantitativo prefissato di acqua.

Riguardo ai requisiti per le malte, la Direzione Lavori potrà, a sua discrezione, richiedere prove aggiuntive per determinare i requisiti ritenuti necessari per l'uso della malta stessa.

Il dosaggio dei materiali e dei leganti verrà effettuato con mezzi meccanici suscettibili di esatta misurazione e controllo che l'Appaltatore dovrà fornire e mantenere efficienti a sua cura e spese.

Gli impasti verranno preparati solamente nelle quantità necessarie per l'impiego immediato; gli impasti residui che non avessero immediato impiego saranno portati a rifiuto.

#### **11.1.2 POSA IN OPERA**

Si dovrà eseguire il getto di malta e betoncino nel rispetto delle indicazioni date dal Fornitore.

Ove necessario, si dovrà:

- applicare l'impasto a temperature comprese tra i  $+5^{\circ}\text{C}$  e i  $+30^{\circ}\text{C}$ .

- eseguire la stuccatura delle fughe nella stessa giornata della posa (tecnica "fresco su fresco") ovvero quando il massetto d'allettamento non ha ancora ultimato la presa.
- Nel caso di applicazioni del prodotto sul massetto di allettamento stagionato da uno o più giorni, è necessario bagnare a rifiuto il sottofondo allo scopo di pulire le fughe da polvere o sporcizia che potrebbero ostacolare la corretta adesione della malta e applicare quest'ultima prima che il sottofondo si sia asciugato completamente.
- Sulle pietre umide versare la malta così ottenuta aiutandosi con una racla di gomma o colandola direttamente nelle fughe utilizzando dei contenitori adatti. È possibile riempire in un'unica mano anche fughe più profonde di 25 mm. rimuovere dalla superficie di fondazione il calcestruzzo deteriorato o l'eventuale lattime di boiacca, ed irruvidire la superficie;
- Pulire le pietre come di consueto prima del completo indurimento della malta da sigillatura: è possibile rimuovere i residui di malta impiegando della segatura, un leggero e continuo getto d'acqua o utilizzando l'apposita macchina.
- La stuccatura deve essere protetta per almeno 12 ore dopo l'applicazione da: alte temperature, ad esempio, con sacchi di juta bagnati; pioggia e gelo, ad esempio, attraverso l'uso di "tessuto non tessuto" o di segatura sotto spessi teli di nylon.
- La stuccatura diventa pedonabile dopo 12-24 ore, mentre diventa carrabile già dopo 7 giorni a +20°C. In caso di temperature inferiori a +15°C i tempi di pedonabilità e carrabilità si allungano sensibilmente

### 11.2 MAGRONE

Il magrone è un "conglomerato cementizio a composizione richiesta" secondo la UNI EN 206-1; esso viene usato per spianamenti, sottofondazioni, riempimenti, ecc.

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, 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 sarà desunto dai documenti di progetto.

Prima dell'inizio dei lavori, l'Appaltatore è tenuto a presentare alla Direzione Lavori il progetto della miscela (mix design) del magrone di fondazione la cui composizione dovrà essere mantenuta costante durante l'esecuzione delle opere.

Il magrone dovrà avere una resistenza media  $R_m > 15 \text{ N/mm}^2$ .

Il calcestruzzo dovrà essere confezionato con componenti qualificati.

Il cemento dovrà essere di tipo III o IV di classe 32.5. Il dosaggio minimo di cemento sarà di 200 Kg/mc con un rapporto a/c  $< 0,7$ .

In corso d'opera si eseguiranno prove di controllo a compressione su due cubetti, aventi lato 15 cm, per la determinazione, presso un laboratorio qualificato, della ( $R_m$ ) resistenza media a compressione a 28 giorni. La frequenza delle prove sarà di una ogni 500 mc di magrone prodotto da ciascun impianto di betonaggio.

### 11.3 TABELLE

Nel seguito si riportano due tabelle che definiscono i requisiti di base dei materiali e del calcestruzzo, riportando:

- il requisito o la caratteristica in esame;
- la norma di riferimento per la determinazione di tale caratteristica;
- le prescrizioni definite dalla normativa e dal presente Capitolato;
- la necessità di controllare tale requisito o meno (nella colonna "Da controllare");
- la frequenza delle eventuali prove.

Per l'utilizzo di tali tabelle, comunque non esaustive, si rimanda a quanto specificato nel § 4 (con particolare attenzione ai § 4.2.1 e § 4.4).

Alle prove elencate in tabella, si aggiungono i controlli sulle modalità esecutive (§ 4.3).

| Materiale | Progr            | Caratteristica                                                                                   | Norma di riferimento    | Prescrizioni da norma            | Prescrizioni da Capitolato | Frequenza da normativa                                                       | Frequenza prescritta nel Capitolato |
|-----------|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Cemento   | 1a               | Resistenza a compressione (normalizzata ed iniziale)                                             | UNI EN 196-1            | UNI EN 197-1                     | § 4.1.2 e § 4.2.2          | /                                                                            | /                                   |
|           | 1b               | Tempo di presa                                                                                   | UNI EN 196-3            |                                  |                            |                                                                              |                                     |
|           | 1c               | Prova di stabilità                                                                               | UNI EN 196-3            |                                  |                            |                                                                              |                                     |
|           | 1d               | Perdita al fuoco                                                                                 | UNI EN 196-2            |                                  |                            |                                                                              |                                     |
|           | 1e               | Residuo insolubile                                                                               | UNI EN 196-2            |                                  |                            |                                                                              |                                     |
|           | 1f               | Solfati                                                                                          | UNI EN 196-2            |                                  |                            |                                                                              |                                     |
|           | 1g               | Cloruri                                                                                          | UNI EN 196-21           |                                  |                            |                                                                              |                                     |
|           | 1h               | Pozzolanicità                                                                                    | UNI EN 196-5            |                                  |                            |                                                                              |                                     |
|           | 1j               | Resistenza ai solfati                                                                            | UNI 9156                | /                                | /                          | /                                                                            | /                                   |
|           | 1k               | Resistenza alle acque dilavanti                                                                  | UNI 9606                | /                                | /                          | /                                                                            | /                                   |
| Aggregati | 2a               | “Caratteristiche fondamentali” di cui al prospetto 1 della UNI 8520-2                            | UNI EN 8520-2           |                                  | § 4.1.3 e § 4.2.3          | (3)                                                                          | (2)                                 |
|           | 2b               | “Caratteristiche aggiuntive” di cui al prospetto 1 della UNI 8520-2                              |                         |                                  |                            | /                                                                            | /                                   |
|           | 2c               | Contenuto d'acqua degli aggregati (coincidente con l' "Assorbimento superficiale" del gruppo 2a) | UNI EN 1097-6           | /                                | § 4.2.7 e § 0              | Mensile o più frequente secondo le condizioni locali e del clima (§ 4.3.2.6) | Ogni 1000 mc                        |
|           | 2d               | Altre prove definite al § 4.2.3                                                                  |                         |                                  |                            | /                                                                            | /                                   |
|           | Acqua di impasto | 3a                                                                                               | Valutazione preliminare | Norme elencate nella UNI EN 1008 | UNI EN 1008                | § 4.1.4                                                                      | (3)                                 |
| 3b        |                  | Prove chimiche (5)                                                                               |                         |                                  |                            |                                                                              |                                     |
| 3c        |                  | Tempo di presa e resistenza                                                                      |                         |                                  |                            |                                                                              |                                     |
| Aggiunte  | 4                | § 4.1.5e § 4.2.4                                                                                 |                         |                                  |                            | (3)                                                                          | /                                   |
| Additivi  | 5                | § 4.1.5.5 e § 4.2.5                                                                              |                         |                                  |                            | (3)                                                                          | /                                   |

| Materiale      | Progr | Caratteristica                                                                        | Norma di riferimento | Prescrizioni da norma | Prescrizioni da Capitolato | Frequenza da normativa  | Frequenza prescritta nel Capitolato |
|----------------|-------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------|----------------------------|-------------------------|-------------------------------------|
| Acciaio        | 6a    | Caratteristiche meccaniche e prova di aderenza di cui al § 11.3.2 del D.M. 14/01/2008 | D.M. 14/01/2008      |                       | § 4.1.6                    | Secondo D.M. 14/01/2008 | (4)                                 |
|                | 6b    | Controllo del peso - sezione                                                          |                      |                       | § 4.3.5.1                  | /                       | § 4.3.5.1                           |
| Disarmanti     | 7     | § 4.1.7                                                                               |                      |                       |                            | /                       | /                                   |
| Antievaporanti | 8     | § 4.1.8                                                                               |                      |                       |                            | /                       | /                                   |

(1) Prova da effettuarsi a discrezione della Direzione Lavori.

(2) Per le prove delle “Caratteristiche fondamentali” la frequenza minima sarà (ad eccezione dell’assorbimento superficiale, per il quale si veda 2c):

- la curva granulometrica dovrà risultare costantemente compresa nel fuso granulometrico definito in fase di qualifica; la granulometria, la percentuale pasante allo staccio 0.063 e il contenuto di sostanza humica dovranno essere controllate almeno ogni 1.000 m³ di aggregati impiegati o ogni due mesi;
- l’equivalente in sabbia, il valore di blu metilene, il contenuto di solfati solubili in acido e contenuto di cloruri solubili in acqua dovranno essere controllate almeno ogni 3.000 m³ di aggregati impiegati o ogni almeno ogni sei mesi;
- tutte le altre prove, comunque per ogni cambiamento di cava o materiali nel corpo cava, una volta all’anno o ogni 6.000 m³ di aggregati impiegati.

(3) In caso di dubbio; periodicamente, secondo le condizioni locali o di consegna (prospetto 22 della UNI EN 206-1).

(4) I controlli in cantiere sulle armature dovranno rispettare le prescrizioni riportate al D.M. 14/01/2008 ed al § G.1 della Circ. Ministeriale n° 252 del 15/10/1996. L’unità di collaudo è costituita dalla partita di 25 t massimo; ogni partita, anche se minore di 25t, deve essere considerata unità di collaudo indipendente.

(5) Le prove sulle proprietà chimiche da effettuare sono: Contenuto di cloruri, Solfati ed Alcali; la Direzione Lavori indicherà se necessario quelle sulle sostanze dannose.

**Tabella 2: Caratteristiche dei materiali da considerare durante l'esecuzione dell'opera.**

| Gruppo                                                 | Progress.iva | Caratteristica                                   | Norma di riferimento                                                                                            | Prescrizioni da norma  | Prescrizioni da Capitolato | Da controllare | Frequenza da normativa                                                             | Frequenza prescritta nel Capitolato                                                  |
|--------------------------------------------------------|--------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|----------------------------|----------------|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Calcestruzzo fresco secondo § 5.4 della UNI EN 206-1   | 1            | Ispezione visiva della consistenza               | Confronto tra l'aspetto del calcestruzzo oggetto d'esame e quello di un calcestruzzo di consistenza specificata | /                      | /                          | Si             | Ogni impasto; ogni carico, nel caso di consegna su mezzo.                          | /                                                                                    |
|                                                        |              | Consistenza                                      | UNI EN 12350                                                                                                    | UNI EN 206-1 (§ 5.4.1) | § 4.2.6, § 4.2.8.2         |                | Come da prospetto 13 della UNI EN 206-1; quando si controlla il contenuto di aria. | 1 determinazione al giorno                                                           |
|                                                        | 2            | Dmax                                             | UNI EN 933-1                                                                                                    | UNI EN 206-1 (§ 5.4.4) | § 4.2.3                    | Si             | Vedi materiali                                                                     |                                                                                      |
|                                                        | 3            | Granulometria                                    | UNI EN 933-1                                                                                                    | § 4.2.3, § 4.1.3       |                            | Si             |                                                                                    |                                                                                      |
|                                                        | 4            | Quantità di cemento e d'acqua                    | UNI 6393                                                                                                        | UNI EN 206-1 (§ 5.4.2) | § 4.2.6, § 4.2.7, § 4.2.8  | Si             | 1 determinazione al giorno                                                         | /                                                                                    |
|                                                        | 5            | Rapporto a/c                                     | UNI 6393                                                                                                        | UNI EN 206-1 (§ 5.4.2) | § 4.2.6, § 4.2.7, § 4.2.8  | Si             |                                                                                    |                                                                                      |
|                                                        | 6            | Contenuto d'aria                                 | UNI EN 12350-7                                                                                                  | UNI EN 206-1 (§ 5.4.3) | § 4.2.8                    | Si             | Nel calcestruzzo aerato, 1 campione per ogni giorno a regime.                      | Ogni 5.000 m³                                                                        |
|                                                        | 7            | Massa volumica                                   | UNI EN 12350-6                                                                                                  | /                      | /                          | Si             | Come da prospetto 13 della UNI EN 206-1.                                           | /                                                                                    |
| Calcestruzzo indurito secondo § 5.5 della UNI EN 206-1 | 8            | Resistenza a compressione e a trazione indiretta | D.M. 14/01/2008<br>UNI EN 12390-3<br>UNI EN 12390-6                                                             | UNI EN 206-1 (§ 5.5.1) | § 4.2.6, § 4.2.8           | Si             | Secondo D.M. 14/01/2008                                                            | Ogni 100 m³ e ogni giorno di getto, secondo quanto indicato dalla norma e § 4.4.2.3. |

| Gruppo      | Progress.iva | Caratteristica                          | Norma di riferimento   | Prescrizioni da norma  | Prescrizioni da Capitolato | Da controllare | Frequenza da normativa                                                | Frequenza prescritta nel Capitolato                                                                    |
|-------------|--------------|-----------------------------------------|------------------------|------------------------|----------------------------|----------------|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|             | 9            | Massa volumica                          | UNI EN 12390-7         | UNI EN 206-1 (§ 5.5.2) | /                          | Si             | Con la stessa frequenza delle prove di compressione                   | Ogni 5.000 m3                                                                                          |
|             | 10           | Resistenza alla penetrazione dell'acqua | UNI 7699 ISO 7031      | UNI EN 206-1 (§ 5.5.3) | /                          | Si             | /                                                                     | Ogni 2.500 mc                                                                                          |
|             | 11           | Resistenza al fuoco                     | UNI EN 206-1 (§ 5.5.4) |                        | /                          | Si             | /                                                                     | /                                                                                                      |
| Altre prove | 12           | Contenuto di cloruri                    | UNI EN 206-1 (§ 5.2.7) |                        | § 4.2.8                    | Si             |                                                                       | /                                                                                                      |
|             | 13           | Temperatura                             | /                      | UNI EN 206-1 (§ 5.2.8) | § 4.2.10                   | Si             | Ogni 300 mc; ad ogni impasto quando la temperatura è vicina al limite | /                                                                                                      |
|             | 14           | Acqua essudata                          | UNI 7122               | /                      | § 4.2.9                    | Si             | /                                                                     | Ogni 5.000 m3                                                                                          |
|             | 15           | Omogeneità                              | /                      | /                      | § 4.2.11                   | Si             | /                                                                     | Per ogni betoniera.                                                                                    |
|             | 16           | Inizio e fine presa                     | UNI 7123               | /                      | /                          | No             | /                                                                     | /                                                                                                      |
|             | 17           | Resistenza ai solfati                   | UNI 8981-2             | /                      | /                          | No             | /                                                                     | /                                                                                                      |
|             | 18           | Resistenza alle acque dilavanti         | UNI 8981-3             | /                      | /                          | No             | /                                                                     | /                                                                                                      |
|             | 19           | Reazione alcali-silice                  | UNI 8981-8             | /                      | /                          | No             | /                                                                     | /                                                                                                      |
|             | 20           | Resistenza al gelo-disgelo              | § 4.2.8.1              |                        |                            | No             | /                                                                     | Consigliata: ogni 10.000 m3 con il minimo di una prova per ogni elemento significativo esposto al gelo |
|             | 21           | Resistenza all'acqua di mare            | UNI 8981-6             | /                      | /                          | No             | /                                                                     | /                                                                                                      |
|             | 22           | Ritiro idraulico                        | UNI 6555<br>UNI 7086   | /                      | /                          | No             | /                                                                     | /                                                                                                      |
|             | 23           | Modulo elastico secante a compressione  | UNI 6556               | /                      | /                          | No             | /                                                                     | /                                                                                                      |

| Gruppo | Progress.iva | Caratteristiche                 | Norma di riferimento | Prescrizioni da norma | Prescrizioni da Capitolato | Da controllare | Frequenza da normativa | Frequenza prescritta nel Capitolato |
|--------|--------------|---------------------------------|----------------------|-----------------------|----------------------------|----------------|------------------------|-------------------------------------|
|        | 24           | Resistenza a flessione          | UNI 12390-5          | /                     | /                          | No             | /                      | /                                   |
|        | 25           | Resistenza a trazione indiretta | UNI 6135             | /                     | /                          | No             | /                      | /                                   |

(1) Prova da effettuarsi a discrezione della Direzione Lavori.  
 (2) La consistenza viene di solito determinata in base all'abbassamento del cono (Slump) secondo UNI EN 12350-2.  
 (3) Più propriamente è una caratteristica degli aggregati.  
 (4) La Direzione Lavori sceglierà la classe di contenuto in cloruri in presenza di armatura metallica.  
 (5) La UNI 8981-8 fa ancora riferimento alle classi di esposizione della UNI 9858 per determinare il livello di protezione: in sostituzione del prospetto 2 della UNI 8981-8 si riporta il seguente elenco: livello A (opere provvisorie, elementi sostituibili); livello B (opere normali); livello C (opere eccezionali, monumentali, strategiche).  
 (6) La determinazione deve essere effettuata per ogni composizione del calcestruzzo e deve essere ripetuta nel caso di incremento del contenuto di cloruri di uno qualsiasi dei componenti.  
 (7) Per opere sottofalda si dovrà eseguire un prelievo per ogni 300 mc di getto, con una prova per ogni getto differente (es. interruzione, fondo, muri, volta, etc)

**Tabella 3: Caratteristiche del calcestruzzo da considerare durante l'esecuzione dell'opera.**

## 12 MATERIALI DIVERSI E SPECIALI

### 12.1 ACCESSORI PER CAMERETTE E POZZETTI STRADALI

#### 12.1.1 DISPOSITIVI DI CHIUSURA PER CAMERETTE D'ISPEZIONE

Potranno essere del tipo quadrato, rettangolare o circolare, secondo prescrizione, con coperchi chiusini o tamponi di forma rotonda o quadrata in rapporto ai vari tipi di manufatti, ma comunque con fori di accesso (se accessibili) di luce netta mai inferiore a 600 mm. I materiali di costruzione saranno la ghisa grigia (almeno R 150 UNI ISO 185), la ghisa sferoidale o l'acciaio, impiegati da soli o in unione al calcestruzzo.

In ogni caso dovranno essere rispettate le seguenti norme di unificazione:

**UNI EN 124** – Dispositivi di coronamento e di chiusura per zone di circolazione. Principi di costruzione, prove di tipo, marcatura e controllo di qualità.

I coperchi potranno essere dotati di fori di aerazione di sezione totale non inferiore a: 5% della superficie del cerchio (DN quota di passaggio) per i chiusini aventi quota non superiore a 600 mm; 140 cm<sup>2</sup> chiusini con quota superiore. Sotto tali coperchi, inoltre, potrà essere richiesta l'installazione di opportuni cestelli in lamiera di acciaio zincata, per la raccolta dei corpi solidi. L'impiego dei coperchi forati non risulterà idoneo per la copertura di pozzetti profondi, situati in strade con forte pendenza (ad evitare effetti di tiraggio), o laddove negli stessi pozzetti siano da installare apparecchiature e meccanismi particolari (ad evitare ingresso di acqua e di fango).

Le superfici di contatto dei chiusini, dalla Classe A 15 alla classe F 900 dovranno garantire la dovuta stabilità e silenziosità di esercizio, in particolar modo per le classi D 400, E 600 e F 900. Queste condizioni potranno essere ottenute con tutti i mezzi appropriati, quali: lavorazione meccanica, inserimento di guarnizioni elastiche, appoggio su tre punti, ecc. purché approvati dalla Direzione Lavori.

Ogni chiusino dovrà riportare, di fusione, il *nome e/o la sigla del fabbricante* e la *classe*, funzione quest'ultima del carico di prova in rapporto alle condizioni di esercizio di cui alla Tabella 55. Il carico di prova dovrà essere raggiunto in 4 minuti. La forza di pressione dovrà essere esercitata perpendicolarmente al coperchio del chiusino alloggiato nel proprio telaio a mezzo di un punzone come da prospetto VII della norma.

TAB. 55 - Chiusini per camerette d'ispezione. Classi (Norma UNI EN 124)

| CLASSE | CONDIZIONI DI INSTALLAZIONE*                                                     | CARICHI DI PROVA KN |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| A 15   | Zone ad esclusivo uso pedonale - Zone ciclabili e/o verde .....                  | 1,5                 |
| B 125  | Zone pedonali - Marciapiedi (eccezionalmente soggetti a carichi veicolari) ..... | 12,5                |
| C 250  | Zone di banchina - Canalette e cunette .....                                     | 25,0                |
| D 400  | Vie di circolazione (Autostrade, strade statali e provinciali) .....             | 40,0                |

\* In casi eccezionali (es. aeroporti) i chiusini potranno essere richiesti con portate di 60 t (classe E 600) o 90 t (classe F 900)

### 12.1.2 GRIGLIE E CHIUSINI PER POZZETTI STRADALI (CADITOIE)

Le griglie potranno avere, in rapporto alle prescrizioni, la superficie superiore sagomata ad inginocchiatoio (ossia piatta e con una leggera pendenza verso il cordolo del marciapiede), ovvero concava (secondo la sagoma della cunetta stradale), con sbarre trasversali oppure parallele alla direzione della carreggiata. La distanza delle traverse, in rapporto all'orientamento rispetto alla direzione del traffico ed alla classe, dovrà risultare conforme ai prospetti 4 e 5 della UNI EN 124.

In tutti i casi la luce netta delle griglie dovrà essere non inferiore a 125 cm<sup>2</sup> (per pendenza della carreggiata fino al 5%) e convenientemente superiore per maggiori pendenze.

Gli eventuali cestelli per la selezione e raccolta dei detriti solidi dovranno essere realizzati in lamiera di acciaio zincata, con fondo pieno e parete forata, uniti mediante chiodatura, saldatura, flangiatura, ecc. Saranno di facile sollevamento e poggeranno di norma su appositi risalti ricavati nelle pareti dei pozzetti.

In rapporto all'utilizzazione il carico di prova sarà stabilito come alla Tab. 59. Il carico di prova dovrà essere riportato in fusione su ciascun elemento.

### 12.1.3 GRADINI PER POZZETTI DI ISPEZIONE

Potranno essere, secondo prescrizione, in ghisa, in acciaio galvanizzato o zincato, o ancora in acciaio inossidabile. Potranno inoltre avere forma di bacchette (tipo DIN 19555) o di staffe (tipo corto: DIN 1211B; medio: DIN 1211A; lungo: DIN 1212).

Nel primo caso il diametro dovrà essere non inferiore a 20 mm; nel secondo caso lo stesso limite sarà rispettato dalla sezione di incastro dei bracci a mensola. In tutti i casi i gradini dovranno essere provati per un carico concentrato di estremità non inferiore a 3240 N.

## 12.2 MATERIALI PER GIUNZIONI

### 12.2.1 ELASTOMERI PER ANELLI DI TENUTA

Le speciali gomme con cui verranno formati gli anelli di tenuta potranno essere del tipo naturale (mescole di caucciù) o sintetico (neoprene, ecc.); dovranno comunque possedere particolari caratteristiche di elasticità (rapportate alle caratteristiche geometriche e meccaniche dei tubi) per attestare le quali il fabbricante dovrà presentare apposita certificazione da cui si rilevi il rispetto della normativa UNI EN 681-1 e comunque i seguenti dati:

- la classe di durezza (come definita al punto 3. della EN 681-1) espressa in gradi internazionali IRH (International Rubber Hardness) e determinata secondo UNI 7318;
- la resistenza a trazione (che comunque non dovrà risultare inferiore a 9 MPa);
- l'allungamento a rottura, in %, il cui valore minimo, determinato secondo ISO 37, non dovrà risultare inferiore ai valori riportati nel prospetto 2 della UNI EN 681/1;
- la deformazione massima residua a compressione, i cui valori non dovranno superare quelli riportati nello stesso prospetto;
- i risultati della prova di invecchiamento e di rilassamento, con riferimento ai valori e ai metodi di prova riportati in prospetto 2 della UNI EN citata.

**TAB. 57 - Designazione degli elementi di tenuta in elastomero per tipo, applicazione e temperatura di esercizio**

| Tipo | Applicazione                                                | Temperatura d'esercizio °C |
|------|-------------------------------------------------------------|----------------------------|
| GA   | Gas combustibile                                            | da -5 a 50                 |
| GAL  | Gas combustibile                                            | da -15 a 50                |
| GB   | Idrocarburi fluidi e gas combustibile                       | da -5 a 50                 |
| GBL  | Idrocarburi fluidi e gas combustibile                       | da -15 a 50                |
| H    | Idrocarburi fluidi e gas combustibili contenenti condensati | da -5 a 50                 |

La Direzione Lavori potrà richiedere comunque un'ulteriore documentazione dalla quale risulti il comportamento degli anelli nelle prove di: resistenza alla corrosione chimica, resistenza all'attacco microbico e resistenza alla penetrazione delle radici.

Le mescolanze di gomma naturale saranno di prima qualità, omogenee ed esenti da rigenerato o polveri di gomma vulcanizzata di recupero. Per l'impiego su tubazioni destinate a convogliare acqua potabile tali mescolanze non dovranno contenere elementi metallici (antimonio, mercurio, manganese, piombo e rame) od altre sostanze che possano alterare le proprietà organolettiche.

Le guarnizioni con diametro interno fino a 1100 mm dovranno essere ottenute per stampaggio e dovranno presentare omogeneità di materiale, assenza di bolle d'aria, vescichette, forellini e tagli; la loro superficie dovrà essere liscia e perfettamente stampata, esente da difetti, impurità o particelle di natura estranea.

Ogni guarnizione (o unità di imballaggio di elementi di tenuta) dovrà essere marcata in modo chiaro e durevole con le seguenti indicazioni: dimensione nominale, identificazione del fabbricante, tipo di applicazione e classe di durezza, marchio di certificazione dell'organismo di controllo, trimestre ed anno di fabbricazione, eventuali caratteristiche particolari ed infine l'indicazione abbreviata della gomma.

Per le guarnizioni relative alle condotte di gas, si farà riferimento alla seguente norma di unificazione:

**UNI EN 682** – Elementi di tenuta in elastomero. Requisiti dei materiali elastomerici utilizzati in tubi e raccordi per il trasporto di gas e idrocarburi fluidi.

Gli elementi di tenuta in elastomero per tubi e raccordi per il trasporto di gas ed idrocarburi fluidi saranno classificati in base alla loro durezza secondo le categorie riportate in Tab. 56 ed avranno i requisiti riportati al punto 4 della norma, particolarmente compendiate nei prospetti 2 e 3 della stessa. Per la designazione, le applicazioni e la temperatura di esercizio, si farà riferimento alla Tab. 57.

**TAB. 56 - Guarnizioni in elastomero per gas e idrocarburi liquidi. Categorie di durezza**

| Categoria di durezza   | 50    | 60    | 70    | 80    | 90    |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Campo di durezza, IRHD | 46-55 | 56-65 | 66-75 | 76-85 | 86-95 |

Ogni elemento di tenuta, o unità imballaggio di elementi di tenuta dovrà essere marcato in maniera indelebile con le seguenti indicazioni: dimensione nominale; marchio di fabbrica; riferimento alla norma e tipo e categoria di durezza; tipo di elastomero (in sigla); caratteristiche particolari.

## 12.2.2 ESECUZIONE 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;
- inserire in modo corretto la guarnizione elastomerica di tenuta nella gola presente tra due corrugazioni;
- lubrificare la superficie esterna della guarnizione e la superficie interna del manicotto o bicchiere con apposito lubrificante (grasso od olio siliconato, vaselina, acqua saponosa, ecc.). Evitare l'uso d'oli o grassi minerali che possono danneggiare la guarnizione;
- infilare la testata della tubazione fino alla battuta del manicotto o bicchiere; la perfetta riuscita di quest'operazione dipende esclusivamente dal preciso allineamento dei tubi e dall'accurata lubrificazione.

## 13 TUBAZIONI E PRODOTTI IN MATERIALE PLASTICO

### 13.1 TUBI, RACCORDI E VALVOLE DI POLIETILENE (PE)

#### 13.1.1 GENERALITÀ

Per la definizione, la classificazione e le prescrizioni sulle materie plastiche in generale, si farà riferimento alla normativa UNI (Materie plastiche), (Prove sulle materie plastiche), (Prodotti semifiniti e finiti di materie plastiche).

#### 13.1.2 TUBI A PARETE STRUTTURATA PER SCARICHI

Dovranno rispondere alle prescrizioni della seguente norma, in fase di coesistenza con la norma sostitutiva UNI EN 13476:

**UNI 10968-1** -Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi interrati non a pressione. Sistemi a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte 1 – Specifiche per i tubi, i raccordi ed il sistema.

### 13.2 TUBIE RACCORDI DI CLORURO DI POLIVINILE (PVC)

#### 13.2.1 GENERALITÀ

Saranno fabbricati con mescolanze a base di cloruro di polivinile , esenti da plastificanti e opportunamente stabilizzate. Saranno inoltre conformi alle prescrizioni delle seguenti norme di unificazione:

- **UNI EN 1401-1** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Specificazioni per i tubi, i raccordi ed il sistema.
- **UNI EN 1452-1** – Sistemi di tubazioni di materie plastiche per adduzione di acqua. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Generalità.
- **UNI EN 1452-2** – Sistemi di tubazioni di materie plastiche per adduzione di acqua. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Tubi.
- **UNI EN 1453-1** – Sistemi di tubazioni di materie plastiche con tubi a parete strutturata per scarichi (a bassa ed alta temperatura) all'interno dei fabbricati. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Specifiche per i tubi ed il sistema.
- **UNI EN 1456-1** – Sistemi di tubazioni di materie plastiche per fognature e scarichi in pressione interrati e fuori terra. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Specifiche per i componenti della tubazione e per il sistema.
- **UNI 10968** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi interrati non a pressione. Sistemi di tubazione a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte 1, Specifiche per i tubi, i raccordi ed il sistema.

#### 13.2.2 TUBI E RACCORDI PER FOGNATURE E SCARICHI INTERRATI

Definiti dai codici "U" e "UD" in rapporto all'area di applicazione, saranno formati con PVC-U e idonei additivi, con contenuto di PVC non inferiore all'80% in massa per i tubi e all'85% per i raccordi stampati ad iniezione, il tutto conformemente alla norma UNI EN 1401-1 riportata nelle generalità, con particolare riferimento ai Prospetti 1 e 2 della stessa e ai metodi di prova di cui alla UNI EN 291. Saranno colorati in tutto il suo spessore, di regola nei colori marrone arancio (RAL 8023) o grigio (RAL 7037).

**TAB. 50 - Tubi di polietilene per distribuzione d'acqua. Spessori di parete e relative tolleranze (mm) (167)**

| Serie<br>dei<br>tubi   | SDR 7,4<br>S 3,2             |                   | SDR 11<br>S 5     |                   | SDR 17<br>S 8     |                   | SDR 26<br>S 12,5  |                   |
|------------------------|------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                        | Pressione nominale PN in bar |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| PE 80                  | PN 20                        |                   | PN 12,5           |                   | PN 8              |                   | PN 5              |                   |
| PE 100                 | PN 25                        |                   | PN 16             |                   | PN 10             |                   | PN 6              |                   |
| Dimensione<br>nominale | Spessore di parete           |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
|                        | e <sub>min.</sub>            | e <sub>max.</sub> | e <sub>min.</sub> | e <sub>max.</sub> | e <sub>min.</sub> | e <sub>max.</sub> | e <sub>min.</sub> | e <sub>max.</sub> |
| 40                     | 5,5                          | 6,2               | 3,7               | 4,2               | 2,4               | 2,8               | —                 | —                 |
| 50                     | 6,9                          | 7,7               | 4,6               | 5,2               | 3,0               | 3,4               | 2,0               | 2,3               |
| 63                     | 8,6                          | 9,6               | 5,8               | 6,5               | 3,8               | 4,3               | 2,5               | 2,9               |
| 75                     | 10,3                         | 11,5              | 6,8               | 7,6               | 4,5               | 5,1               | 2,9               | 3,3               |
| 90                     | 12,3                         | 13,7              | 8,2               | 9,2               | 5,4               | 6,1               | 3,5               | 4,0               |
| 110                    | 15,1                         | 16,8              | 10,0              | 11,1              | 6,6               | 7,4               | 4,2               | 4,8               |
| 125                    | 17,1                         | 19,0              | 11,4              | 12,7              | 7,4               | 8,3               | 4,8               | 5,4               |
| 140                    | 19,2                         | 21,3              | 12,7              | 14,1              | 8,3               | 9,3               | 5,4               | 6,1               |
| 160                    | 21,9                         | 24,2              | 14,6              | 16,2              | 9,5               | 10,6              | 6,2               | 7,0               |
| 180                    | 24,6                         | 27,2              | 16,4              | 18,2              | 10,7              | 11,9              | 6,9               | 7,7               |
| 200                    | 27,4                         | 30,3              | 18,2              | 20,2              | 11,9              | 13,2              | 7,7               | 8,6               |
| 225                    | 30,8                         | 34,0              | 20,5              | 22,7              | 13,4              | 14,9              | 8,6               | 9,6               |
| 250                    | 34,2                         | 37,8              | 22,7              | 25,1              | 14,8              | 16,4              | 9,6               | 10,7              |
| 280                    | 38,3                         | 42,3              | 25,4              | 28,1              | 16,6              | 18,4              | 10,7              | 11,9              |
| 315                    | 43,1                         | 47,6              | 28,6              | 31,6              | 18,7              | 20,7              | 12,1              | 13,5              |
| 355                    | 48,5                         | 53,5              | 32,2              | 35,6              | 21,1              | 23,4              | 13,6              | 15,1              |
| 400                    | 54,7                         | 60,3              | 36,3              | 40,1              | 23,7              | 26,2              | 15,3              | 17,0              |
| 450                    | 61,5                         | 67,8              | 40,9              | 45,1              | 26,7              | 29,5              | 17,2              | 19,1              |
| 500                    | —                            | —                 | 45,4              | 50,1              | 29,7              | 32,8              | 19,1              | 21,2              |
| 560                    | —                            | —                 | 50,8              | 56,0              | 33,2              | 36,7              | 21,4              | 23,7              |
| 630                    | —                            | —                 | 57,2              | 63,1              | 37,4              | 41,3              | 24,1              | 26,7              |
| 710                    | —                            | —                 | —                 | —                 | 42,1              | 46,5              | 27,2              | 30,1              |
| 800                    | —                            | —                 | —                 | —                 | 47,4              | 52,3              | 30,6              | 33,8              |
| 900                    | —                            | —                 | —                 | —                 | 53,3              | 58,8              | 34,4              | 38,3              |
| 1000                   | —                            | —                 | —                 | —                 | 59,3              | 65,4              | 38,2              | 42,2              |

I diametri esterni e gli spessori minimi e massimi dovranno essere conformi, in rapporto alla diversa rigidità anulare nominale SN (kN/m<sup>2</sup>) ai valori riportati nella Tabella 49; lo scostamento dalla circolarità (ovalizzazione), misurato direttamente dopo la produzione, dovrà essere non superiore a 0,024 d<sub>n</sub>. Per le dimensioni dei raccordi, dei bicchieri e dei codoli, sarà fatto riferimento ai punti 6.3 e 6.4 della UNI EN citata; per la tipologia dei raccordi, al punto 6.5.

I tubi presenteranno una percentuale reale di rottura (TIR) da prova d'urto non superiore al 10% (prova EN 744) ed inoltre una temperatura di rammollimento Vicat (VST) superiore a 79 °C ed un ritiro longitudinale (EN 743) non superiore al 5%. Per i raccordi si farà riferimento ai Prospetti 11 e 13 della norma.

I tubi dovranno essere marcati ad intervalli massimi di due metri, con riporto: il riferimento alla norma, il codice di area di applicazione, la dimensione nominale, lo spessore minimo di parete o SDR, il materiale, la rigidità anulare nominale (SN) ed infine l'eventuale simbolo del cristallo di ghiaccio per impiego alle basse temperature ed il marchio di fabbrica.

### 13.3 TUBI, RACCORDI E VALVOLE DI POLIETILENE AD ALTA DENSITA' (PEAD)

#### 13.3.1 GENERALITÀ

I tubi in HDPE (PEAD) a sezione circolare, fessurati o a tenuta, dovranno rispettare le seguenti prescrizioni (alla temperatura di riferimento di 40° C):

- massa volumetrica: > 0.954 g/cm<sup>3</sup>; metodo di prova ISO/RIIP3; DIN 53479;
- resistenza allo snervamento: 240 Kgf/cm<sup>2</sup> (24 Mpa); metodo di prova ISO/R 527; DIN 53455;
- allungamento a rottura: > 600%; metodo di prova ISO/R 527; DIN 53455;
- modulo elastico in trazione: 70.000 Kgf/cm<sup>2</sup> (700 Mpa); metodo di prova ISO/R 527; DIN 53455;
- coeff. di dilatazione termica: 1.3 10<sup>-4</sup> K<sup>-1</sup>; metodo di prova ASTM 696;
- rigidità dielettrica: KV/cm 2.2 10<sup>2</sup> ; metodo di prova DIN 53481.

### 13.3.2 TUBO PEAD PER FOGNA A GRAVITÀ

Tubazioni di polietilene (PE) a norma UNI EN 12666-1, per applicazione come scarichi interrati e fognature non in pressione, con installazione all'esterno della struttura dell'edificio (codice identificativo "U") o interrati all'interno e all'esterno della struttura dell'edificio (codice identificativo "D"). I sistemi di giunzione ammessi per le tubazioni comprendono collegamenti mediante guarnizione elastomerica, saldatura testa a testa, saldatura per elettrofusione e sistemi di giunzione meccanici. Le tubazioni vengono prodotte in versione diametro esterno DN, sono caratterizzate da un valore di rigidità anulare SN, definito secondo norma ISO 9969, con colore preferibilmente nero, o nero con strato coestruso all'interno del tubo stesso.

### 13.3.3 CARATTERISTICHE TECNICHE DEI TUBI

#### **Materia prima utilizzata nella fabbricazione dei tubi**

I tubi, nei diametri e SN previsti, devono essere prodotti con resine polietileniche PEAD in conformità alle norme nazionali ed internazionali. Il fabbricante deve monitorare le proprietà della materia prima da usare nella produzione dei tubi prima del suo utilizzo, in particolare deve controllare almeno le seguenti proprietà, con i metodi di prova riportati in tabella:

| Proprietà       | Valori                                     | Frequenza                 | Metodo di prova |
|-----------------|--------------------------------------------|---------------------------|-----------------|
| Melt Flow Index | $\leq 1,6 \text{ g/10 min}$ ; 5 kg a 190°C | Ad ogni carico o cisterna | UNI EN ISO 1133 |
| Densità         | $\geq 930 \text{ kg/m}^3$ ; 23°C           | Ad ogni carico o cisterna | UNI EN ISO 1183 |

#### **Aspetto**

Le superfici interne ed esterne dei tubi, osservate senza ingrandimenti, devono essere lisce, pulite e senza incavi, graffi, impurità visibili o pori ed ogni irregolarità superficiale che possano compromettere la funzionalità dei tubi stessi.

La parte terminale del tubo va sezionata perfettamente e perpendicolarmente all'asse del tubo.

#### **Colore**

I tubi corrugati di PEAD, adoperati per condotte di scarico interrate non in pressione, devono essere esternamente neri ed internamente di colore chiaro per facilitare l'ispezione visiva e/o con telecamere.

#### **Diametri e spessori**

I tubi corrugati in PEAD sono dimensionati sia secondo il loro diametro esterno (serie **DN/OD**) sia secondo il diametro interno (serie **DN/ID**). Il diametro interno dei tubi deve avere un valore maggiore di  $d_{i,min}$ . Ad ogni diametro sono associati gli spessori di parete minimi  $e_{4,min}$  ed  $e_{5,min}$ .

Nella tabella seguente si riportano i valori, espressi in millimetri,  $d_i$ ,  $d_{i,min}$ ,  $e_{4,min}$ ,  $e_{5,min}$ .

#### **Lunghezze**

| DN/OD  |             | DN/ID  |             | $e_{4,min}$ | $e_{5,min}$ |
|--------|-------------|--------|-------------|-------------|-------------|
| DN est | $d_{i,min}$ | DN int | $d_{i,min}$ |             |             |
| 250    | 209         |        |             | 1.7         | 1.4         |
| 315    | 263         |        |             | 1.9         | 1.6         |
|        |             | 300    | 294         | 2.0         | 1.7         |
| 400    | 335         |        |             | 2.3         | 2.0         |
|        |             | 400    | 392         | 2.5         | 2.3         |
| 500    | 418         |        |             | 2.8         | 2.8         |
|        |             | 500    | 490         | 3.0         | 3.0         |
| 630    | 527         |        |             | 3.3         | 3.3         |
|        |             | 600    | 588         | 3.5         | 3.5         |
| 800    | 669         |        |             | 4.1         | 4.1         |
|        |             | 800    | 785         | 4.5         | 4.5         |
| 1000   | 837         |        |             | 5.0         | 5.0         |
| 1200   | 1005        |        |             | 5.0         | 5.0         |

Le tubazioni devono essere fornite solo in barre, generalmente di lunghezze da 6 o 12 metri, con una tolleranza di  $\pm 1\%$ .

### **Giunzioni**

Il collegamento fra gli elementi avverrà tramite manicotti di giunzione o bicchieri, corredati di apposite guarnizioni elastomeriche di tenuta in NBR o EPDM conformi alla norma EN 681-1.

Le guarnizioni devono riportare, in modo indelebile, le marcature richieste dalla suddetta norma. Per l'accettazione delle guarnizioni fornite, deve essere effettuato il controllo dell'aspetto generale e della finitura, con verifica visiva dell'omogeneità di materiale, dell'assenza di bolle d'aria, vescichette, forellini e tagli.

La superficie della guarnizione si deve presentare liscia, perfettamente stampata, esente da difetti, impurità o particelle di materiale estraneo.

#### **13.3.4 MARCATURE**

La marcatura dei tubi, deve riportare le seguenti indicazioni:

- -riferimento normativo (UNI EN 13476-1);
- nome del prodotto/produttore;
- -marchio di qualità (certificazione di conformità di prodotto);
- -dimensioni (DN/OD oppure DN/ID in millimetri);
- classe di rigidità (SN4 o SN8);
- materiale (PE);
- codice d'applicazione d'area;
- data (o codice) di produzione.

#### **13.3.5 ACCETTAZIONE DEI MATERIALI**

Il Direttore dei Lavori, alla ricezione di ciascun lotto di tubi e di raccordi, deve accertarsi che:

- la Ditta produttrice possieda un Sistema Aziendale di Garanzia della Qualità conforme alla vigente norma UNI EN ISO 9001, approvato Organismo terzo di certificazione accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17021;

- sia pervenuta, insieme ai documenti di trasporto, la dichiarazione di conformità del fabbricante che attesti che i prodotti finiti i prodotti finiti siano conformi alla norma EN 13476-1;

- sia pervenuta, insieme ai documenti di trasporto, la certificazione di collaudo in fabbrica, che attesti l'esito delle prove previste dalla norma, con particolare riferimento alla prova di abrasione sulla parete interna della tubazione secondo la norma DIN 19566.

#### **13.3.6 MOVIMENTAZIONE DEI MATERIALI**

Per il carico, il trasporto e lo scarico, nonché l'accatastamento dei tubi si deve fare riferimento alle prescrizioni del D.M. 12.12.1985 e della Raccomandazione IIP n.10 del maggio 1999.

##### **Trasporto dei tubi**

Nel trasporto dei tubi i piani di appoggio devono essere privi di asperità. Bisogna sostenere, inoltre, i tubi per tutta la loro lunghezza per evitare di danneggiare le estremità a causa delle vibrazioni.

Le imbracature per il fissaggio del carico possono realizzate con funi o con bande di canapa, nylon o similari, adottando gli opportuni accorgimenti in modo che i tubi non vengano danneggiati.

##### **Carico, scarico e movimentazione**

Se il carico e scarico dai mezzi di trasporto e, comunque, la movimentazione vengono effettuati con gru o col braccio di un escavatore, i tubi devono essere sollevati nella zona centrale con un bilancino di ampiezza pari almeno a 3 metri.

Se queste operazioni vengono effettuate manualmente, è da evitare in ogni modo di far strisciare i tubi sulle sponde del mezzo di trasporto o, comunque, su oggetti duri ed aguzzi.

Il responsabile del cantiere deve controllare tutte le operazioni di scarico per assicurarne la regolarità. Ogni prodotto danneggiato deve essere identificato e segregato in apposita zona.

Il responsabile stesso deve comunicare, al più presto, l'esistenza del prodotto danneggiato al Direttore dei Lavori; quest'ultimo prenderà gli opportuni provvedimenti.

#### **Accatastamento dei tubi**

La soluzione ottimale di accatastamento tubi è realizzata con gabbie di legno o in altro materiale, in grado di resistere al peso del bancale sovrastante. Tale operazione deve essere svolta con la massima cura, specialmente nei confronti dell'allineamento dei bancali stessi. Nell'accatastamento il piano d'appoggio deve essere livellato, esente da asperità e, soprattutto, da pietre appuntite.

Deve essere attuata ogni possibile soluzione idonea a prevenire interferenze con il traffico locale, sia veicolare che pedonale, e con ogni altra opera già esistente.

I tubi devono essere sistemati in modo da evitare ogni possibile incidente dovuto ad un loro non previsto movimento.

#### **Conservazione dei materiali**

È indispensabile predisporre le misure necessarie affinché, in caso di magazzinaggio non breve, siano disponibili locali riparati dalle radiazioni solari per lo stoccaggio dei tubi di PE e dei raccordi plastici, allo scopo di evitare il rischio di degradazione dei polimeri, con decadimento delle proprietà fisico - chimico – meccaniche dei materiali.

I raccordi possono essere imballati in differenti modi, in base alla forma, dimensione e tipo di trasporto; se forniti sfusi, si deve aver cura di non ammassarli disordinatamente, evitando urti fra loro e con altri materiali pesanti. Le guarnizioni elastomeriche devono viaggiare imballate e gli imballi devono portare all'esterno chiare indicazioni per l'individuazione dei tipi e delle quantità contenute.

Per il sicuro mantenimento delle proprietà chimico-fisiche, le guarnizioni devono essere immagazzinate in locali asciutti, freschi e oscuri.

### **13.3.7 COLLAUDO IDRAULICO IN OPERA**

La tubazione deve essere chiusa alle due estremità con tappi a perfetta tenuta, dotati ciascuno di un raccordo con un tubo verticale per consentire di raggiungere la pressione idrostatica voluta. La canalizzazione deve essere accuratamente ancorata per evitare qualsiasi movimento provocato dalla pressione idrostatica.

Il riempimento deve essere accuratamente effettuato dal basso in modo da favorire la fuoriuscita dell'aria. Una pressione minima di 1 m d'acqua va applicata alla parte più alta della canalizzazione ed una pressione massima non superiore a 5 m d'acqua sarà applicata alla parte più bassa.

Nel caso di canalizzazioni a forte pendenza, può essere necessario effettuare la prova per sezioni onde evitare pressioni eccessive. Il sistema deve essere lasciato pieno d'acqua per almeno un'ora prima di effettuare qualsiasi rilevamento.

Trascorso tale periodo, l'eventuale perdita è accertata aggiungendo acqua ad intervalli regolari con un cilindro e prendendo nota della quantità necessaria per mantenere il livello originale.

Il tempo di prova deve essere pari a 30 minuti. Secondo la norma UNI EN 1610, il requisito di prova è soddisfatto se la quantità di acqua aggiunta non è maggiore di:

o - 0,15 l/m<sup>2</sup>, nel tempo di 30 minuti, per le tubazioni;

o - 0,20 l/m<sup>2</sup>, nel tempo di 30 minuti, per le tubazioni che comprendono anche i pozzetti.

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

Qualora la prova non abbia successo per perdite nelle giunzioni, l'Appaltatore deve riparare le giunzioni difettose e ripetere la prova a sua cura e spese, e ciò finché non si verifichino le condizioni di tenuta sopra

specificate. Lo stesso dicasi qualora la prova non riesca per lesioni o rotture di tubi o di pezzi speciali, restando stabilito che in tal caso l'Appaltatore deve sostituire a tutte sue spese i materiali lesionati o rotti.

Le prove sono eseguite in contraddittorio tra la Direzione Lavori e l'Appaltatore, e per ogni prova eseguita (con esito favorevole o negativo) è redatto apposito verbale sottoscritto dalle parti. Dichiarato accettabile un tratto di condotta, si procede immediatamente al rinterro dello scavo, mantenendo la pressione ridotta a metà di quella di prova.

## **14 LETTO DI POSA PER TUBAZIONI**

### **14.1 APPOGGIO SU SUOLI NATURALI**

Il supporto può essere realizzato dallo stesso suolo naturale affiorante sul fondo della fossa, purché questo abbia densità almeno pari a quella del supporto in sabbia o ghiaia-sabbia di riporto.

Questa soluzione sarà adottata preferibilmente quando il suolo ha natura non legante, con granulometria massima inferiore a 20 mm. Con tubi rigidi, sarà ammesso l'appoggio diretto anche su suoli costituiti da ghiaia grossa, purché la dimensione non superi la metà dello spessore della parete del condotto.

La superficie di posa sul fondo della fossa sarà accuratamente presagomata secondo la forma esterna dei condotti, in modo tale che questi appoggino esattamente per l'intera superficie corrispondente all'angolo di supporto, evitando appoggi in punti singolari o lungo linee.

Potrà essere altresì prescritto il rincalzo della condotta, sopra la sella d'appoggio sagomata, con materiale non legante costipato a strati, in modo tale da fargli acquisire una compattezza almeno pari a quella del suolo naturale sottostante. In questo modo di regola dovrà essere aumentato l'angolo di supporto.

In alternativa, la condotta potrà essere posata sul fondo della fossa piana, ossia non presagomata e rincalzata con materiale non legante costipato come nel caso precedente.

Come materiale per il rincalzo si possono usare sabbia e ghiaietto naturale fortemente sabbioso (percentuale di sabbia > 15%) con granulometria massima pari a 20 mm, ovvero sabbia di frantumazione e pietrischetto con granulometria massima pari a 11 mm.

Nel caso di tubi con piede, l'angolo del supporto è prefissato dalla forma del piede. Di norma peraltro questi tubi saranno posati su uno strato di calcestruzzo magro, senza particolari prescrizioni sulla classe di resistenza e sullo spessore, previa interposizione di malta cementizia liquida.

### **14.2 APPOGGIO SU MATERIALE DI RIPORTO**

Nel caso in cui sul fondo della fossa affiorino suoli inadatti per l'appoggio diretto (fortemente leganti o a granulometria troppo grossa), la suola deve essere approfondita per introdurre uno strato di supporto artificiale, costituito da terra adatta o calcestruzzo.

Come materiali di riporto sono adatti sabbia naturale, ghiaia fortemente sabbiosa (parte sabbiosa > 15%) con dimensione massima 20 mm, sabbia di frantumazione e pietrischetto con dimensione massima pari a 1/5 dello spessore minimo dello strato di supporto in corrispondenza della generatrice inferiore del condotto.

Con i suoli di compattezza media è sufficiente uno spessore minimo del supporto pari a  $100 \text{ mm} + 1/10 D$ . Con suoli molto compatti (per esempio rocciosi), per contrastare concentrazioni di carico sul fondo del condotto, quando questo ha diametro superiore a 500 mm, lo spessore minimo del supporto deve essere pari a  $100 \text{ mm} + 1/5 D$ , ovvero si deve prevedere un supporto in calcestruzzo.

### **14.3 APPOGGIO SU CALCESTRUZZO**

Lo strato di supporto dei tubi rigidi dovrà essere realizzato in calcestruzzo quando il fondo della fossa ha forte pendenza o è possibile il dilavamento della sabbia per effetto drenante o il sottofondo è roccioso.

Lo spessore del supporto in calcestruzzo lungo la generatrice inferiore dei tubi senza piede sarà pari a  $50 \text{ mm} + 1/10 D$  in mm, con un minimo di 100 mm. Inizialmente si realizzerà una soletta piana in calcestruzzo, sulla quale verranno sistemati i tubi, completando poi il supporto fino al previsto angolo di appoggio. Oppure il supporto in calcestruzzo verrà realizzato integralmente, con una sagoma corrispondente alla superficie esterna del tubo e questo verrà successivamente posato su malta fresca. Per i tubi con piede ci si limiterà a realizzare una soletta piana in calcestruzzo con uno spessore minimo uguale a quello del caso precedente.

Per i condotti flessibili, qualora per ragioni costruttive sia necessaria una soletta in calcestruzzo, tra condotto e soletta si deve prevedere uno strato intermedio in sabbia e ghiaietto costipabile, con uno spessore minimo pari a  $100 \text{ mm} + 1/10 D$  in mm.

In ogni caso, fino all'indurimento del calcestruzzo, la fossa deve essere tenuta libera da acque di falda.

#### 14.4 CAMICIA IN CALCESTRUZZO

In particolari condizioni statiche, la direzione dei lavori potrà prescrivere un'incamiciatura del condotto in calcestruzzo semplice o armato, parziale o totale, suddivisa mediante giunti trasversali.

Nel caso di incamiciatura in calcestruzzo di tubi flessibili, occorre fare attenzione che la camicia costituisca l'unica struttura portante, senza la collaborazione del tubo. Pertanto lo spessore minimo deve essere aumentato in funzione delle esigenze statiche.

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) dell'altezza minima di  $D/10 + 10 \text{ cm}$  (essendo D il diametro del tubo in cm) esteso a tutta la larghezza del cavo.

Qualora fosse prescritta la posa su massetto delle tubazioni, lo stesso sarà realizzato con conglomerato cementizio magro, in sezione non inferiori a quelle riportate nella seguente tabella.

| Parametri              | Diametro esterno del tubo (cm) |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |
|------------------------|--------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|
|                        | 15                             | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 60 | 70  | 80  | 90  | 100 |
| Altezza platea (h)     | 8                              | 8  | 8  | 10 | 10 | 10 | 12 | 12 | 12 | 14  | 14  | 14  | 16  |
| Altezza rinfiango (H)  | 10                             | 14 | 18 | 25 | 27 | 30 | 36 | 40 | 46 | 55  | 63  | 68  | 78  |
| Larghezza massetto (L) | 40                             | 45 | 50 | 55 | 65 | 70 | 75 | 80 | 95 | 105 | 115 | 130 | 140 |

**Tabella 4 - Tubazioni interrate – Dimensioni minime del massetto di posa**

La norma **UNI 7517** indica le diverse modalità di posa, i coefficienti di posa K da adottare in funzioni dell'angolo d'appoggio, del grado di costipamento del rinfiango e del tipo di trincea. Il carico di rottura in trincea  $Q_r$  risulterà dal prodotto del carico di rottura per schiacciamento Q (ottenuto in laboratorio) per il coefficiente di posa K  $Q_r = K \times Q$ .

## 15 MODALITÀ ESECUTIVE POSA IN OPERA DELLE TUBAZIONI

### 15.1 CONTROLLO E PULIZIA DEI TUBI

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

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

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

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

### 15.2 NICCHIE IN CORRISPONDENZA DEI GIUNTI

Il sottofondo deve essere sagomato ed avere delle nicchie per l'alloggiamento delle giunzioni dei bicchieri, in corrispondenza dei giunti, onde evitare che la tubazione resti poggiata sui giunti stessi.

Le nicchie devono essere costruite dopo avere ultimato lo scavo a fondo livellato e devono avere la profondità minima indispensabile per consentire l'operazione di montaggio ed incasso del giunto.

### **15.3 CONTINUITÀ DEL PIANO DI POSA**

Il piano di posa dovrà garantire un'assoluta continuità d'appoggio e, nei tratti in cui si temano assestamenti, si devono adottare particolari provvedimenti quali: impiego di giunti adeguati; trattamenti speciali del fondo della trincea; o se occorresse, appoggi discontinui stabili, quali selle o mensole. In quest'ultimo caso la continuità di contatto tra tubo e selle sarà assicurata dall'interposizione di materiale idoneo.

### **15.4 TUBI DANNEGGIATI DURANTE LA POSA IN OPERA**

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

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

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

### **15.5 PIANO DI POSA**

Per la corretta esecuzione delle livellette di posa, la direzione dei lavori si riserva di prescrivere l'uso di un'apparecchiatura a raggio laser, corredata di indicatori di pendenza, di dispositivo elettronico di autolivellamento, di spostamento della direzione destra/sinistra, di inclinazione laterale, di spia batteria, munita di livello a bolle d'aria e protetta contro l'inversione della polarità.

Ove si rendesse necessario costituire il letto di posa o impiegare per il primo rinterro materiali diversi da quelli provenienti dallo scavo, dovrà accertarsi la possibile insorgenza di fenomeni corrosivi adottando appropriate contromisure.

La posa della condotta, sul fondo piano della fossa, è possibile solo mediante introduzione a strati e accurato costipamento del materiale di rinalzo.

La condotta si poserà su un letto di sabbia di spessore  $(0,10 + D/10)$  m e, comunque maggiore di 15 cm, e di larghezza quanto lo scavo.

Il supporto deve essere eseguito con l'angolo minimo corrispondente al calcolo statico.

Per tubi rigidi senza piede, l'angolo di appoggio deve essere di regola  $90^\circ$ ; esso può essere realizzato mediante accurato rinalzo e compattazione a mano o con attrezzi leggeri. Angoli di appoggio superiori ( $120^\circ$ ) possono essere realizzati con tubi rigidi solo se gli interstizi del supporto vengono costipati a strati in modo intensivo e si assicura che la densità del materiale nell'ambito del supporto sia maggiore di quella sotto il tubo. Angoli di appoggio inferiori a  $90^\circ$  possono essere realizzati previo controllo statico; con tubi rigidi aventi diametro = 200 mm, l'angolo di appoggio non può comunque essere inferiore a  $60^\circ$ .

Per i tubi flessibili, di regola il calcolo statico è basato su un angolo di appoggio di  $180^\circ$ , realizzato mediante compattazione intensiva del materiale di supporto fino all'altezza delle imposte.

Per i condotti con rivestimento protettivo esterno, il materiale del supporto e le modalità esecutive saranno tali da non danneggiare il rivestimento.

Se il supporto si trova immerso permanentemente o temporaneamente nella falda acquifera sotterranea, si dovrà prevenirne il dilavamento nei terreni circostanti o nel sistema di drenaggio. È costituito da materiale riportato (normalmente sabbia), in modo da costituire un supporto continuo alla tubazione. Si sconsigliano, in quanto possibile, fondi costituiti da gettate di cemento o simili.

Il letto di posa non dovrà essere costituito prima della completa stabilizzazione del fondo della trincea. In pratica il materiale più adatto sarà costituito da ghiaia o da pietrisco con diametro massimo di 20 mm. Il materiale impiegato dovrà essere accuratamente compatto in modo da ottenere l'indice Proctor prescritto.

#### **15.5.1 MODALITÀ DI POSA IN OPERA**

La posa in opera dei tubi sarà effettuata sul fondo della trincea spianato e livellato, eliminando ogni asperità che possa danneggiare tubi e rivestimenti.

I tubi si poseranno procedendo da valle verso monte e con i bicchieri disposti in senso contrario alla direzione del flusso.

In nessun caso si dovrà regolarizzare la posizione dei tubi nella trincea utilizzando pietre o mattoni ed altri appoggi discontinui.

Nessun tratto di tubazione dovrà essere disposto in orizzontale.

Per le operazioni di posa in opera, si devono osservare le raccomandazioni ed istruzioni del fornitore dei tubi.

I tubi verranno calati nello scavo solamente dopo aver controllato che il letto di posa in sabbia dello spessore di almeno 10 cm sia perfettamente piano e che siano state eseguite le nicchie per l'alloggiamento dei giunti.

## **16 RINTERRO DELLE TUBAZIONI**

### **16.1 GENERALITÀ**

Non si procederà in alcun caso al rinterro se prima non sia stata controllata la corretta posizione della canalizzazione mediante esami condotti con funi, traguardi, tabelle di mira, apparecchi di livellazione, o con altri idonei mezzi.

### **16.2 ESECUZIONE DEL RINTERRO**

Il riempimento della trincea ed in generale dello scavo è l'operazione fondamentale della messa in opera. Trattandosi, infatti, di tubazioni in materiale plastico, 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 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 rinfiamento con terreni torbosi, melmosi, argillosi, ghiacciati è proibito in quanto detti terreni non sono costipabili per il loro alto contenuto d'acqua.

**Collettore principale DIAM 300 mm.** Il materiale già usato per la costruzione del letto è sistemato attorno al tubo e costipato a mano per formare strati successivi di 15 cm, fino alla mezzeria del tubo, avendo la massima cura nel verificare che non rimangano zone vuote sotto al tubo e che lo strato L1 di rinfiamento tra tubo e parete sia continuo e compatto.

Il secondo strato di rinfiamento L2 giunge fino alla generatrice superiore del tubo. La sua compattazione deve essere eseguita sempre con la massima attenzione.

Il terzo strato L3 arriva a 30 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.

L'ulteriore riempimento (strati L4) 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 (pietrisco con diametro > 2 cm) non deve superare il limite del 30%.

**Tubazioni collegamento caditoie collettore principale DIAM 200 mm.** Il materiale già usato per la costruzione del letto è sistemato attorno al tubo e costipato a mano per formare strati successivi di 10 cm, fino alla mezzeria del tubo, avendo la massima cura nel verificare che non rimangano zone vuote sotto al tubo e che lo strato L1 di rinfiamento tra tubo e parete sia continuo e compatto.

Il secondo strato di rinfiamento L2 giunge fino alla generatrice superiore del tubo. La sua compattazione deve essere eseguita sempre con la massima attenzione.

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.

L'ulteriore riempimento (strati L3) 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 (pietrisco con diametro > 2 cm) non deve superare il limite del 30%.

Per il ricoprimento, la scelta degli strumenti di costipamento, a vibrazione o costipanti, sarà realizzata in funzione della qualità del terreno, dei dispositivi di palancolaggio e dell'altezza di rinterro al di sopra dell'estradosso, previo parere favorevole della direzione dei lavori e del progettista.

Il materiale di rinterro dovrà appartenere ai gruppi A1 A2 e A3 della classificazione CNR **UNI 10006** e rispettare le metodologie di calcolo delle norme ATV 127 ed **UNI 7517**.

Resta comunque facoltà della direzione dei lavori, eseguiti i necessari accertamenti, prescrivere, se è il caso, il ricorso ad altro materiale di riporto.

Il rinfianco ed il ricoprimento debbono essere realizzati con terra vagliata a maglia grossa o liberata (a mano) dagli elementi più grossolani che possono danneggiare la tubazione.

Nel caso di tubi installati in trincea la profondità minima del rinterro sarà 1,2 x DN (mm), non saranno ammessi in alcun caso rinterri inferiori alla metà del diametro esterno del tubo, con minimo assoluto di 350 mm.

Nel caso fosse necessario un rinterro minore si dovrà realizzare un rinfianco in calcestruzzo e, sopra la superficie esterna del tubo, un getto di cemento armato le cui caratteristiche saranno determinate dal progettista della condotta.

Durante le operazioni di rinterro e di costipamento bisogna evitare che carichi pesanti transitino sulla trincea.

### **16.3 RINTERRI IN SITUAZIONI PARTICOLARI**

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

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

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

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

La stazione appaltante si riserva la facoltà di provvedere direttamente alla ricarica dei riempimenti nei casi di inadempienza dell'impresa agli eventuali ordini di servizio, emessi in merito dalla direzione dei lavori. In tale evenienza tutte le spese saranno addebitate all'impresa appaltatrice.

### **16.4 RACCOMANDAZIONI PER LA COMPATTAZIONE**

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

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

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

a) Terreni a grana grossolana con 5% di fini

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

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

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

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

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

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

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

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

## **17 OPERE IDRAULICHE**

### **17.1 CADITOIE STRADALI**

#### **17.1.1 GENERALITÀ**

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.

### 17.1.2 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 congruaggio 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 borchiere, tra il borchiere del primo tubo a valle e il manicotto del pozzetto dovrà essere inserito un pezzo liscio di raccordo.

### 17.1.3 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:

- 1) ghisa a grafite lamellare
- 2) ghisa a grafite sferoidale
- 3) getti in acciaio
- 4) acciaio laminato
- 5) uno dei materiali ai punti precedenti abbinati con calcestruzzo
- 6) 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:

- 1) ghisa a grafite lamellare
- 2) ghisa a grafite sferoidale
- 3) 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 N/mm<sup>2</sup>, nel caso di provetta cubica con 150 mm di spigolo, e pari a 40 N/mm<sup>2</sup> 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 N/mm<sup>2</sup>.

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.

#### 17.1.4 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**.

#### 17.1.5 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**.

##### 17.1.5.1 *Aperture di aerazione*

Le aperture d'aerazione dei dispositivi di chiusura devono avere dimensioni secondo il tipo di classe di impiego.

##### 17.1.5.2 *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 dotati di idoneo equipaggiamento.

##### 17.1.5.3 *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 adeguatamente fissato, per mezzo di un chivistello, per prevenire gli spostamenti dovuti al traffico veicolare.

##### 17.1.5.4 *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.

#### 17.1.5.5 *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.

#### 17.1.5.6 *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.

#### 17.1.5.7 *Cestelli e secchi scoricatori*

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.

#### 17.1.5.8 *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.

#### 17.1.5.9 *Sbloccaggio e rimozione dei coperchi*

Dovrà essere previsto un idoneo dispositivo che assicuri lo sbloccaggio e l'apertura dei coperchi.

#### 17.1.5.10 *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 4 q 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 conguaglio dello spessore occorrente.

## **17.2 CAMERETTE D'ISPEZIONE**

### **17.2.1 UBICAZIONE**

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.

### **17.2.2 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.

### **17.2.3 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).

#### **17.2.3.1 *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.

## **17.3 *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 ospiti in alto, con l'inserimento di anelli o riquadri (detti raggiungi-quota), il chiusino; da una serie di elementi intermedi, di varia altezza, che colleghino 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**.

#### **17.4 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 R = 325 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 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.

#### **17.5 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.

#### **17.6 POZZETTI DI SALTO (DIVERSI DAI DISSIPATORI DI CARICO PER SALTI SUPERIORI AI 7M)**

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 fosse necessario si potrà inserire all'interno del pozzetto un setto per attenuare eventuali fenomeni di macro turbolenza, con conseguente 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.

#### **17.7 POZZETTI DI LAVAGGIO (O DI CACCIATA)**

Nei tratti di fognatura dove la velocità risulti molto bassa e dove possano 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 le caratteristiche di accesso e chiusura di cui al punto 71.3.1.

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 i tratti della rete una velocità non inferiore a 50 cm/s.

## **18 SEGNALETICA STRADALE**

### *18.1 SEGNALETICA VERTICALE*

Tutti i segnali verticali nonché i sostegni ed i relativi basamenti di fondazione dovranno essere costruiti e realizzati, in modo tale da resistere alla forza esercitata dal vento alla velocità di almeno 150 km/ora.

#### **18.1.1 PELLICOLE**

##### **18.1.1.1 Generalità**

Tutte le imprese di segnaletica stradale verticale devono attenersi alle seguenti prescrizioni:

- disciplinare tecnico sulla modalità di determinazione dei livelli di qualità delle pellicole retroriflettenti impiegate per la costruzione dei segnali stradali approvato con D.M. 31 marzo 1995.

- certificazioni di qualità rilasciate da organismi accreditati secondo le norme UNI EN 45000, sulla base delle norme europee della serie UNI EN 9000, al produttore delle pellicole retroriflettenti che si intendono utilizzare per la fornitura.

Le copie delle certificazioni dovranno essere identificate, a cura del produttore delle pellicole stesse, con gli estremi della ditta partecipante, nonché dalla data di rilascio della copia non antecedente alla data della lettera di invito alla presente gara e da un numero di individuazione.

Le presenti norme contengono le caratteristiche colorimetriche, fotometriche e tecnologiche, cui devono rispondere le pellicole retroriflettenti e le relative metodologie di prova alle quali devono essere sottoposte per poter essere utilizzate nella realizzazione della segnaletica stradale.

I certificati riguardanti le pellicole dovranno essere conformi esclusivamente al succitato disciplinare tecnico.

In particolari situazioni, al fine di implementare le condizioni di sicurezza sulla strada, si potranno richiedere pellicole con caratteristiche tecnologiche superiori ai minimi imposti dal disciplinare D.M. 31 marzo 1995 solo in un regime di sperimentazione autorizzata.

Certificazione di conformità dei segnali finiti ai sensi delle circolari n. 652 del 17 giugno 1998 e n. 1344 del 11 marzo 1999 .

#### **18.1.2 ACCERTAMENTO DEI LIVELLI DI QUALITÀ**

Le caratteristiche delle pellicole retroriflettenti devono essere verificate esclusivamente attraverso prove da eseguire presso uno dei seguenti laboratori:

Istituto elettrotecnico nazionale Galileo Ferraris - Torino;

Istituto sperimentale delle Ferrovie dello Stato S.p.a. - Roma;

Stazione sperimentale per le industrie degli oli e dei grassi - Milano;

Centro sperimentale ANAS - Cesano (Roma);

Centro superiore ricerche, prove e dispositivi della M.C.T.C. del Ministero dei trasporti - Roma;

Centro prova autoveicoli - Via Marco Ulpio Traiano, 40 Milano;

Laboratorio prove e materiali della Società autostrade - Fiano Romano;

Istituto di ingegneria dell'Università di Genova;

Laboratori, ufficialmente riconosciuti, di altri Stati membri della Comunità europea.

Altri laboratori in possesso delle necessarie capacità tecniche e di idonee attrezzature per le prove dei livelli di qualità delle pellicole retroriflettenti che siano autorizzati dal Ministero dei lavori pubblici - ispettorato generale per la circolazione e la sicurezza stradale, anche valutando eventuali accreditamenti da parte di organismi riconosciuti nell'ambito della certificazione volontaria.

La certificazione dei livelli di qualità, la cui data di rilascio non deve essere anteriore di oltre cinque anni, deve essere presentata nella sua stesura integrale; in essa tutte le prove devono essere chiaramente e dettagliatamente specificate e deve essere dichiarato che le singole prove sono state eseguite per l'intero ciclo sui medesimi campioni.

Il certificato di conformità dovrà essere riferito, oltre alle pellicole retroriflettenti colorate in origine, alle stesse pellicole serigrafate in tutte le combinazioni dei colori standard previste dal regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada.

Il tipo di inchiostro utilizzato dovrà essere inoltre esplicitamente dichiarato.

Dalle certificazioni dovrà risultare la rispondenza alle caratteristiche fotometriche e colorimetriche previste dal presente disciplinare tecnico ed il superamento delle prove tecnologiche in esso elencate.

Gli organismi preposti del Ministero delle infrastrutture e trasporti hanno la facoltà di accertare in qualsiasi momento che le pellicole retroriflettenti corrispondano alle certificazioni di conformità presentate dal produttore delle pellicole.

### 18.1.3 DEFINIZIONI

#### 18.1.3.1 *Pellicola di classe 1*

La pellicola di classe I deve avere risposta luminosa con durata di almeno 7 anni. La pellicola nuova deve avere un coefficiente areico di intensità luminosa ( $R'$ ) rispondente ai valori minimi prescritti nella tabella 56.II e deve mantenere almeno il 50% dei suddetti valori per il periodo minimo di 7 anni di normale esposizione verticale all'esterno in condizioni ambientali medie.

Dopo tale periodo le coordinate tricromatiche devono ancora rientrare nelle zone colorimetriche di cui alla tabella 56.I.

Fa eccezione la pellicola di colore arancio che deve mantenere i requisiti di cui sopra per almeno tre anni.

Valori inferiori devono essere considerati insufficienti ad assicurare la normale percezione di un segnale realizzato con pellicole retroriflettenti di classe 1.

#### 18.1.3.2 *Pellicola di classe 2*

La pellicola di classe 2 deve avere alta risposta luminosa con durata di 10 anni. La pellicola deve avere un coefficiente areico di intensità luminosa rispondente ai valori minimi prescritti nella tabella 56.III e deve mantenere almeno l'80% dei suddetti valori per il periodo minimo di 10 anni di normale esposizione all'esterno in condizioni ambientali medie.

Dopo tale periodo le coordinate tricromatiche devono ancora rientrare nelle zone colorimetriche di cui alla tabella 56.1.

Fa eccezione la pellicola di colore arancio che deve mantenere i requisiti di cui sopra per almeno tre anni.

Valori inferiori devono essere considerati insufficienti ad assicurare la normale percezione di un segnale realizzato con pellicole retroriflettenti di classe 2.

#### 18.1.3.3 *Pellicole stampate*

Gli inchiostri trasparenti e coprenti utilizzati per la stampa serigrafica delle pellicole retroriflettenti devono presentare la stessa resistenza agli agenti atmosferici delle pellicole.

I produttori dei segnali dovranno garantire la conformità della stampa serigrafica alle prescrizioni del produttore della pellicola retroriflettente.

I colori stampati sulle pellicole di classe 1 e di classe 2 devono mantenere le stesse caratteristiche fotometriche e colorimetriche.

#### 18.1.3.4 *Pellicole di tipo A*

La pellicole di tipo A sono retroriflettenti termoadesive. Private del foglio protettivo dell'adesivo, si applicano a caldo e sottovuoto sui supporti per la segnaletica stradale.

#### 18.1.3.5 *Pellicole di tipo B*

La pellicole di tipo B sono retroriflettenti autoadesive. Private del foglio protettivo dell'adesivo, si applicano mediante pressione manuale ovvero con attrezzature idonee sui supporti per la segnaletica stradale.

#### 18.1.3.6 *Limite colorimetrico*

Il limite colorimetrico è la linea (retta) nel diagramma di aromaticità (C.I.E. 45.15.200) che separa l'area di cromaticità consentita da quella non consentita.

#### 18.1.3.7 *Fattore di luminanza*

Fattore di luminanza è il rapporto tra la luminanza della superficie e quella di un diffusore perfetto per riflessione illuminato nelle stesse condizioni (C.I.E. 45.20.200).

#### 18.1.3.8 *Coefficiente areico di intensità luminosa*

Il coefficiente areico di intensità luminosa si ottiene dividendo l'intensità luminosa (I) del materiale retroriflettente nella direzione di osservazione per il prodotto dell'illuminamento (E1) sulla superficie retroriflettente (misurato su un piano ortogonale alla direzione della luce incidente) e della sua area (A).

$$\text{Simbolo: } R'; R' = \frac{I}{(E1) \times A}$$

Unità di misura: cd / lux x m<sup>2</sup>

#### 18.1.3.9 *Angolo di divergenza*

L'angolo di divergenza è l'angolo compreso tra la direzione della luce incidente e la direzione secondo la quale si osserva la pellicola retroriflettente.

#### 18.1.3.10 *Angolo di illuminazione*

L'angolo di illuminazione è l'angolo compreso tra la direzione della luce incidente e la normale alla pellicola retroriflettente.

### 18.1.4 CARATTERISTICHE COLORIMETRICHE, FOTOMETRICHE E METOLOGIE DI MISURA

#### 18.1.4.1 *Coordinate tricromatiche e fattore di luminanza*

##### 18.1.4.1.1 *Prescrizioni*

Le coordinate tricromatiche dei colori da impiegare nel segnalamento stradale devono rientrare nelle zone consentite nel diagramma colorimetrico standard C.I.E. 1931. Il fattore di luminanza non deve essere inferiore al valore minimo prescritto nella seguente tab. 56.I., ad eccezione del colore nero il cui valore costituisce un massimo.

Coordinate colorimetriche valide per le pellicole di classe 1 e 2.

|          |       |                            |       |       |                |            |        |
|----------|-------|----------------------------|-------|-------|----------------|------------|--------|
|          |       |                            |       |       |                |            |        |
|          |       | Coordinate dei 4 punti che |       |       |                | Fattore di |        |
|          |       | delimitano le zone consen- |       |       |                | luminanza  |        |
| COLORE   |       | tite nel diagramma colori- |       |       |                | minimo     |        |
|          |       | metrico C.I.E. 1931 (illu- |       |       |                | -----      |        |
|          |       | minante normalizzato D65,  |       |       |                |            |        |
|          |       | geometria 45/0)            |       |       |                | PELLICOLE  |        |
| -----    |       |                            |       |       |                |            |        |
|          |       | 1                          | 2     | 3     | 4              | CL.1       | CL.2   |
| -----    | ----  | ----                       | ----  | ----- | -----          | -----      | -----  |
| BIANCO X | 0,350 | 0,300                      | 0,285 | 0,335 | >=0,35         |            | >=0,27 |
| Y        | 0,360 | 0,310                      | 0,325 | 0,375 |                |            |        |
|          |       |                            |       |       |                |            |        |
| GIALLA X | 0,545 | 0,487                      | 0,427 | 0,465 | >=0,27         |            | >=0,16 |
| Y        | 0,454 | 0,423                      | 0,483 | 0,534 |                |            |        |
|          |       |                            |       |       |                |            |        |
| ROSSO X  | 0,690 | 0,595                      | 0,569 | 0,655 | >= 0,03        |            |        |
| Y        | 0,310 | 0,315                      | 0,341 | 0,345 |                |            |        |
|          |       |                            |       |       |                |            |        |
| VERDE X  | 0,007 | 0,248                      | 0,177 | 0,026 | >= 0,03        |            |        |
| Y        | 0,703 | 0,409                      | 0,362 | 0,399 |                |            |        |
|          |       |                            |       |       |                |            |        |
| BLU X    | 0,078 | 0,150                      | 0,210 | 0,137 | >= 0,01        |            |        |
| Y        | 0,171 | 0,220                      | 0,160 | 0,038 |                |            |        |
|          |       |                            |       |       |                |            |        |
| ARANC. X | 0,610 | 0,535                      | 0,506 | 0,570 | >= 0,15        |            |        |
| Y        | 0,390 | 0,375                      | 0,404 | 0,429 |                |            |        |
|          |       |                            |       |       |                |            |        |
| MARRON.X | 0,455 | 0,523                      | 0,479 | 0,588 |                |            |        |
|          |       |                            |       |       | 0,03<=B<= 0,09 |            |        |
| Y        | 0,397 | 0,429                      | 0,373 | 0,394 |                |            |        |
|          |       |                            |       |       |                |            |        |
| GRIGIO X | 0,350 | 0,300                      | 0,285 | 0,335 |                |            |        |
|          |       |                            |       |       | 0,12<=B<=0,18  |            |        |
| Y        | 0,360 | 0,310                      | 0,325 | 0,375 |                |            |        |
|          |       |                            |       |       |                |            |        |
| NERO X   |       |                            |       |       | <= 0,03        |            |        |
| Y        |       |                            |       |       |                |            |        |
| -----    |       |                            |       |       |                |            |        |

#### 18.1.4.1.2 Metodologia di prova

La misura delle coordinate tricromatiche e del fattore di luminanza deve essere effettuata secondo quanto specificato nella pubblicazione C.I.E. n.15 (E. 1.3.1.) 1971.

Il materiale si intende illuminato con luce diurna così come rappresentata dall'illuminante normalizzato D65 (C.I.E. 45.15.145) ad un angolo di 45 gradi rispetto alla normale alla superficie, mentre l'osservazione va effettuata nella direzione della normale (geometria 45/0).

La misura consiste nel rilievo del fattore di radianza spettrale nel campo 380:780 mm, da effettuare mediante uno spettrofotometro che consenta la geometria prescritta.

La misura delle coordinate tricromatiche e del fattore di luminanza viene effettuata su due provini della pellicola retroriflettente allo stato tal quale (nuova) e su provini sottoposti alle prove previste.

#### 18.1.4.2 Coefficiente areico di intensità luminosa

##### 18.1.4.2.1 Prescrizioni

Il coefficiente areico di intensità luminosa non deve essere inferiore, per i vari colori ed i vari angoli di divergenza e di illuminazione, ai valori prescritti nella seguente tab. Il per le pellicole retroriflettenti di Classe 1, e nella tabella 56.III per le pellicole retroriflettenti di Classe 2.

Colori ottenuti con stampa serigrafica sul colore:

Pellicole di Classe 1 a normale risposta luminosa

| -----     |  |                                          |  |        |  |       |  |       |  |                     |  |
|-----------|--|------------------------------------------|--|--------|--|-------|--|-------|--|---------------------|--|
| ANGOLI    |  | VALORI MINIMI DEL COEFFICIENTE AREICO DI |  |        |  |       |  |       |  |                     |  |
|           |  | INTENSITÀ LUMINOSA (cd.lux/-1 . m/-2)    |  |        |  |       |  |       |  |                     |  |
| -----     |  |                                          |  |        |  |       |  |       |  |                     |  |
| Div.  I11 |  | BIANCO                                   |  | GIALLO |  | ROSSO |  | VERDE |  | BLU ARANCIO MARRONE |  |
|           |  |                                          |  |        |  |       |  |       |  |                     |  |
|           |  | 5°                                       |  | 70     |  | 50    |  | 14,5  |  | 9                   |  |
|           |  | 12' 30°                                  |  | 30     |  | 22    |  | 6     |  | 3,5  1,7            |  |
|           |  | 40°                                      |  | 10     |  | 7     |  | 2     |  | 1,5  0,5            |  |
|           |  |                                          |  |        |  |       |  |       |  |                     |  |
|           |  | 5°                                       |  | 50     |  | 35    |  | 10    |  | 7                   |  |
|           |  | 20' 30°                                  |  | 24     |  | 16    |  | 4     |  | 3                   |  |
|           |  | 40°                                      |  | 9      |  | 6     |  | 1,8   |  | 1,2 0,1             |  |
|           |  |                                          |  |        |  |       |  |       |  |                     |  |
|           |  | 5°                                       |  | 5      |  | 3     |  | 1,0   |  | 0,5 0,1             |  |
|           |  | 2° 30°                                   |  | 2,5    |  | 1,5   |  | 0,5   |  | 0,3 0,1             |  |
|           |  | 40°                                      |  | 1,5    |  | 1,0   |  | 0,5   |  | 0,2 0,1             |  |

Pellicole di Classe 2 ad alta risposta luminosa

| -----  |  |                                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--------|--|------------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| ANGOLI |  | VALORI MINIMI DEL COEFFICIENTE AREICO DI |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|        |  | INTENSITÀ LUMINOSA (cd.lux/-1 . m/-2)    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| -----  |  |                                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

[Div.] I11 | BIANCO|GIALLO|ROSSO|VERDE|BLU|ARANCIO|MARRONE|

|      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| ---- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
|      | 5°    | 250   | 170   | 45    | 45    | 20    | 100   | 12    |       |
|      | 12'   | 30°   | 150   | 100   | 25    | 25    | 11    | 60    | 8,5   |
|      | 40°   | 110   | 70    | 15    | 12    | 8     | 29    | 5     |       |
| ---- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
|      | 5°    | 180   | 120   | 25    | 21    | 14    | 65    | 8     |       |
|      | 20'   | 30°   | 100   | 70    | 14    | 12    | 8     | 40    | 5     |
|      | 40°   | 95    | 60    | 13    | 11    | 7     | 20    | 3     |       |
| ---- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
|      | 5°    | 5     | 3     | 1,0   | 0,5   | 0,2   | 1,5   | 0,2   |       |
|      | 2°    | 30°   | 2,5   | 1,5   | 0,4   | 0,3   | 0,1   | 1,0   | 0,1   |
|      | 40°   | 1,5   | 1,0   | 0,3   | 0,2   | 0,1   | 1,0   | 0,1   |       |

-----

Per applicazioni di tipo sperimentale, nel caso di utilizzo di pellicole di classe 2 ad alta risposta luminosa grandangolare devono essere sempre rispettati i valori minimi indicati nella citata tabella 56.III.

#### 18.1.4.2.2 Condizioni di prova

La misura del coefficiente areico di intensità luminosa deve essere effettuata secondo le raccomandazioni contenute nella pubblicazione C.I.E. n.54 con illuminante normalizzato A (2856K).

Per la misura del coefficiente areico di intensità luminosa devono essere considerate:

- la misura dell'area della superficie utile del campione d/2;
- la misura dell'illuminamento E/1 in corrispondenza del campione;
- la misura dell'illuminamento Er su rivelatore per ottenere l'intensità luminosa emessa dal campione mediante la relazione:

$$I = Er^2 \cdot d$$

La misura del coefficiente areico di intensità luminosa viene effettuata su due provini della pellicola retroriflettente allo stato tal quale (nuova) e su provini sottoposti alle previste prove.

#### 18.1.5 CARATTERISTICHE TECNOLOGICHE E METODOLOGICHE DI PROVA

##### 18.1.5.1 Condizioni di prova

Le prove devono essere iniziate dopo un condizionamento minimo di 24 ore alla temperatura di 23 +/- 2 gradi C e 50 +/- 5% di umidità relativa.

Le prove di resistenza devono essere effettuate su provini sigillati con un prodotto idoneo.

##### 18.1.5.2 Spessore, incluso l'adesivo

###### 18.1.5.2.1 Prescrizioni

Il valore dello spessore misurato deve essere riportato nel certificato di conformità

###### 18.1.5.2.2 Metodologia di prova

Un pezzo di pellicola retroriflettente, delle dimensioni di circa mm 150 x 150, dal quale sia stato rimosso il foglio protettivo dell'adesivo, viene applicato su una lamiera di alluminio, il cui spessore è stato precedentemente misurato con un micrometro. Si effettuano quindi almeno 3 determinazioni in zone differenti dello spessore complessivo della lamiera e della pellicola, utilizzando lo stesso micrometro. La media delle

differenze tra lo spessore complessivo e quello della sola lamiera rappresenta lo spessore medio della pellicola.

#### 18.1.5.3 *Adesività*

##### 18.1.5.3.1 *Prescrizioni*

Le pellicole retroriflettenti sia di tipo A sia di tipo B devono aderire perfettamente ai supporti su cui sono applicate e non dare segni di distacco almeno per il periodo di vita utile della pellicola.

##### 18.1.5.3.2 *Metodologia di prova*

Su tre pannelli di alluminio di circa 60x120 mm si applica, secondo le indicazioni della ditta produttrice della pellicola, un pezzo della pellicola retroriflettente da sottoporre alla prova di circa 20x40 mm.

Dopo aver condizionato i provini si rimuovono circa 2 cm lineari di pellicola con l'aiuto di un bisturi o di una lametta.

Si tenta di rimuovere quindi i rimanenti 2 cm lineari di pellicola manualmente, senza l'aiuto di attrezzatura alcuna.

La prova si considera superata positivamente:

- se nonostante l'aiuto di un bisturi o di una lametta non risulta possibile la rimozione dei primi 2 cm lineari di pellicola;
- se la rimozione manuale senza aiuto di attrezzatura provoca la rottura, anche parziale, della pellicola.

#### 18.1.5.4 *Flessibilità*

##### 18.1.5.4.1 *Prescrizioni*

Al termine delle prove le pellicole retroriflettenti, sia di classe 1 che di classe 2, non devono mostrare fessurazioni superficiali o profonde.

##### 18.1.5.4.2 *Metodologie di prova*

Su tre pannelli di alluminio delle dimensioni di 60x120x0,5 mm si applica la pellicola retroriflettente da sottoporre alla prova.

Trascorse 48 ore dall'applicazione, ogni pannello in 15 secondi viene impiegato a 90° su un mandrino del diametro di 10 mm per le pellicole di classe 1 e di 20 mm per le pellicole di classe 2; nella piegatura la superficie catadiottrica deve trovarsi all'esterno.

La prova si considera positiva se la pellicola non si rompe nella zona del piegamento per nessuno dei provini.

#### 18.1.5.5 *Resistenza all'invecchiamento accelerato strumentale*

##### 18.1.5.5.1 *Prescrizioni*

Al termine della prova di 1.000 ore per la pellicola di Classe 1 e di 2.200 ore per quella di Classe 2 (500 ore per il colore arancio), le pellicole retroriflettenti non devono mostrare alcun difetto (bolle, spellamenti, fessurazioni, distacchi).

Inoltre, le coordinate tricromatiche devono ancora rispondere alle prescrizioni di cui alla tab. I ed il coefficiente areico di intensità luminosa relativo ad un angolo di divergenza di 20° e ad un angolo di illuminazione di 5°, non deve risultare inferiore ai seguenti valori:

- 50% dei valori minimi di cui alla tab. 56. II per le pellicole di classe 1;
- 80% dei valori minimi di cui alla tab. 56.III per le pellicole di classe 2.

##### 18.1.5.5.2 *Metodologia di prova*

Su tre pannelli di alluminio si applica un pezzo di pellicola avente dimensioni di 90 x 90 mm. Eventualmente possono anche essere utilizzate dimensioni diverse a seconda delle caratteristiche costruttive delle attrezzature di prova. L'area del pannello non deve però essere inferiore a 50x50 mm.

Dopo un condizionamento i provini debbono essere sottoposti ad invecchiamento artificiale, in conformità alla norma ASTM G 26 - 83.

Le modalità di prova sono le seguenti:

a) metodo di prova "A":

esposizione continua alla luce ed esposizione intermittente a spruzzi di acqua;

b) ciclo di prova:

102 minuti di luce seguiti da 18 minuti di luce e spruzzi di acqua;

c) sorgente luminosa:

- lampada allo xenon da 6.500 W;

- filtro interno ed esterno in vetro al borosilicato;

d) irraggiamento sul campione:

- controllato mediante regolazione della potenza della lampada a gradi per la simulazione della distribuzione spettrale relativa di energia della luce diurna lungo tutta la regione attinica;

- temperatura massima in corrispondenza dei provini durante l'esposizione alla sola azione delle radiazioni:  $63^{\circ} \pm 5^{\circ}$  (misurata mediante termometro a bulbo nero);

- umidità relativa:  $65 \pm 5\%$ ;

- temperatura dell'acqua all'ingresso dell'apparecchio di spruzzo:  $16^{\circ} \pm 5^{\circ} \text{ C}$ .

Al termine dopo aver lavato con acqua deionizzata i provini ed averli asciugati con un panno morbido, se ne osserva lo stato di conservazione e si effettua la verifica delle caratteristiche colorimetriche e fotometriche previste.

Se la prova d'invecchiamento artificiale riguarda pellicole stampate serigraficamente, al termine della prova le zone stampate devono rispettare le prescrizioni previste con riferimento ai valori riportati nelle note 2 e 3 alle tabelle 56. II e 56. III.

#### 18.1.5.6 *Resistenza alla nebbia salina*

##### 18.1.5.6.1 *Prescrizioni*

Al termine della prova, le pellicole retroriflettenti non devono mostrare alcun difetto (bolle, spellamenti, fessurazioni, distacco), ed in particolare le coordinate tricromatiche devono ancora rispondere alle prescrizioni di cui alla tab. 56.I; il coefficiente areico di intensità luminosa relativo ad un angolo di divergenza di  $20^{\circ}$  ed un angolo di illuminazione di  $5^{\circ}$ , non deve risultare inferiore ai seguenti valori:

- 50% dei valori minimi di cui alla tab. 56.II per le pellicole di classe 1;

- 80% dei valori minimi di cui alla tab.56. III per le pellicole di classe 2.

##### 18.1.5.6.2 *Metodologia di prova*

Su tre pannelli di alluminio delle dimensioni di 90 x 120 mm si applica un pezzo della pellicola in esame avente anch'esso dimensioni di 90 x 120 mm.

Dopo un condizionamento, li si sottopone all'azione della nebbia salina, ottenuta da una soluzione acquosa di cloruro di sodio al 5% (5 parti in peso di NaCl in 95 parti di acqua deionizzata), alla temperatura di  $35 \pm 2$  gradi C.

La prova deve essere costituita da due cicli di 22 ore, separati da un intervallo di 2 ore a temperatura ambiente, durante il quale i provini si asciugano.

Al termine, dopo aver lavato con acqua deionizzata i provini ed averli asciugati con un panno morbido, se ne osserva lo stato di conservazione.

Trascorse 24 ore, si deve controllare una seconda volta lo stato di conservazione dei provini e si effettua la verifica delle caratteristiche colorimetriche e fotometriche previste.

#### 18.1.5.7 *Resistenza all'impatto*

##### 18.1.5.7.1 *Prescrizioni*

Al termine della prova, le pellicole non devono mostrare segni di rottura o di distacco dal supporto.

##### 18.1.5.7.2 *Metodologia di prova*

Su tre pannelli di alluminio delle dimensioni di 150 x 150 x 0.5 mm si applica un pezzo della pellicola in esame avente anch'esso dimensioni di 150 x 150 mm.

Dopo un condizionamento, i provini devono essere appoggiati sui bordi in modo da lasciare un'area libera di 100 x 100 mm.

Si sottopone il centro dei provini all'impatto di una biglia di acciaio del diametro non superiore a 51 mm e della massa di 540 g in caduta da un'altezza di 22 cm.

#### 18.1.5.8 *Resistenza al calore*

##### 18.1.5.8.1 *Prescrizioni*

Al termine della prova, le pellicole non devono mostrare alcun difetto (bolle, delaminazioni, rotture, fessurazioni o distacchi) ed in particolare le coordinate tricromatiche devono ancora rispondere alle prescrizioni di cui alla tabella 56.I; il coefficiente areico di intensità luminosa relativo ad un angolo di divergenza di 20° ed un angolo di illuminazione di 5° non deve risultare inferiore ai seguenti valori:

- 50% dei valori minimi di cui alla tab. 56.II per le pellicole di classe 1;
- 80% dei valori minimi di cui alla tab. 56.III per le pellicole di classe 2.

##### 18.1.5.8.2 *Metodologia di prova*

Su tre pannelli di alluminio, delle dimensioni di 150 x 75 mm, si applica un pezzo di pellicola avente anche esso le stesse dimensioni.

Dopo un condizionamento, li si sottopone in forno alla temperatura di 70° +/- 3° C per 24 ore.

Trascorse 2 ore a temperatura ambiente, si osserva lo stato di conservazione dei provini e si effettua la verifica delle caratteristiche colorimetriche e fotometriche previste.

#### 18.1.5.9 *Resistenza al freddo*

##### 18.1.5.9.1 *Prescrizioni*

Al termine della prova, le pellicole non devono mostrare alcun difetto (bolle, delaminazioni, rotture, fessurazioni o distacchi) ed in particolare le coordinate tricromatiche devono ancora rispondere alle prescrizioni di cui alla tabella 56.1; il coefficiente areico di intensità luminosa relativo ad un angolo di divergenza di 20° ed un angolo di illuminazione di 5° non deve risultare inferiore ai seguenti valori:

- 50% dei valori minimi di cui alla tabella 56.II per le pellicole di classe I;
- 80% dei valori minimi di cui alla tabella 56.III per le pellicole di classe 2.

##### 18.1.5.9.2 *Metodologia di prova*

Su tre pannelli di alluminio delle dimensioni di 150 x 75 mm, si applica un pezzo di pellicola avente anch'esso le stesse dimensioni. Dopo un condizionamento, li si sottopone in frigorifero alla temperatura di -35 +/- 3°C per 72 ore.

Trascorse 2 ore a temperatura ambiente, si osserva lo stato di conservazione dei provini e si effettua la verifica delle caratteristiche colorimetriche e fotometriche previste.

#### 18.1.5.10 *Resistenza ai carburanti*

##### 18.1.5.10.1 *Prescrizioni*

Al termine della prova, le pellicole non devono mostrare alcun difetto (bolle, spellamenti, fessurazioni, distacchi) ed in particolare le coordinate tricromatiche devono ancora rispondere alle prescrizioni di cui alla tabella I; il coefficiente areico di intensità luminosa relativo ad un angolo di divergenza di 20° ed un angolo di illuminazione di 5° non deve risultare inferiore ai seguenti valori:

50% dei valori minimi di cui alla tabella 56.II per le pellicole di classe I;

80% dei valori minimi di cui alla tabella 56.III per le pellicole di classe 2.

#### *18.1.5.10.2 Metodologia di prova*

Su due pannelli di alluminio, delle dimensioni di 60 x 120 mm, si applica un pezzo della pellicola in esame avente anch'esso dimensioni di 60 x 120 mm.

Dopo un condizionamento, i pannelli vengono immersi in una vaschetta di vetro contenente una miscela costituita per il 70% da isottano e per il 30% da toluene.

La prova ha durata di 1 minuto alla temperatura di 23° +/- 1° C.

Al termine, i provini vengono tolti dal liquido di prova; si lavano con acqua deionizzata, si asciugano con un panno morbido e se ne osserva lo stato di conservazione.

Trascorse 24 ore, si controlla una seconda volta lo stato di conservazione dei provini e si effettua la verifica delle caratteristiche colorimetriche e fotometriche previste.

#### *18.1.5.11 Resistenza ai saponi ed ai detersivi neutri*

##### *18.1.5.11.1 Prescrizioni*

Al termine della prova, le pellicole non devono mostrare alcun difetto (bolle, delaminazioni, fessurazioni, distacchi).

##### *18.1.5.11.2 Metodologie di prova*

La prova si esegue come indicato al punto 5.10.2 utilizzando però normali saponi e detersivi neutri disponibili in commercio.

Durata della prova: 1 ora alla temperatura di 23° +/- 1° C.

#### *18.1.5.12 Caratteristiche del contrassegno di individuazione*

##### *18.1.5.12.1 Prescrizioni*

Il contrassegno di individuazione deve essere integrato con la struttura interna della pellicola, deve essere inasportabile, non contraffattibile e deve rimanere visibile dopo la prova di resistenza all'invecchiamento accelerato strumentale.

##### *18.1.5.12.2 Metodologie di prova*

Verifica della inasportabilità

Un campione rappresentativo di pellicola, sia di classe 1 che di classe 2, di dimensioni tali da comprendere almeno un contrassegno, deve essere sottoposto ad abrasione mediante un bisturi oppure un raschietto fino all'asportazione parziale dello strato superficiale.

Dopo la prova, il contrassegno deve ancora permanere nella struttura interna della pellicola.

Verifica della non contraffattibilità e della struttura interna del campione.

Un campione rappresentativo deve essere sezionato in corrispondenza del contrassegno ed esaminato al microscopio ottico.

Il contrassegno deve essere visibile nella struttura interna della pellicola ed integrato in essa.

Verifica della durata

Dopo la prova di resistenza all'invecchiamento accelerato strumentale il contrassegno di individuazione deve rimanere ancora visibile.

#### *18.1.6 INDIVIDUAZIONE DELLE PELLICOLE RETRORIFLETTENTI*

I produttori delle pellicole retroriflettenti, rispondenti ai requisiti, dovranno provvedere a renderle riconoscibili a vista, mediante un contrassegno contenente il marchio o il logotipo del fabbricante e la dicitura "7 anni" e "10 anni" rispettivamente per le pellicole di classe 1 e di classe 2.

Le diciture possono anche essere espresse nelle altre lingue della CEE.

I fabbricanti dei segnali stradali dovranno curare, e gli enti acquirenti accertare, che su ogni porzione di pellicola impiegata per realizzare ciascun segnale compaia, almeno una volta, il suddetto contrassegno.

Non potranno pertanto essere utilizzate per la costruzione di segnali stradali pellicole retroriflettenti a normale e ad alta risposta luminosa sprovviste di tale marchio.

Le analisi e le prove da eseguire sui materiali retroriflettenti, così come previste dal presente disciplinare, potranno avere luogo solo previo accertamento della presenza del marchio di individuazione e della sussistenza delle sue caratteristiche.

#### 18.1.7 CARATTERISTICHE DEI SOSTEGNI, SUPPORTI ED ALTRI MATERIALI USATI PER LA SEGNALETICA STRADALE

I sostegni ed i supporti dei segnali stradali devono essere generalmente di metallo con le caratteristiche stabilite dalle norme vigenti. L'impiego di altri materiali deve essere approvato dal ministero competente.

I sostegni devono avere, nei casi di sezione circolare, un dispositivo inamovibile antirotazione del segnale rispetto al sostegno e del sostegno rispetto al terreno.

La sezione del sostegno deve garantire la stabilità del segnale in condizione di sollecitazioni derivanti da fattori ambientali.

I sostegni e i supporti dei segnali stradali devono essere adeguatamente protetti contro la corrosione.

Ogni sostegno, ad eccezione delle strutture complesse e di quelle portanti lanterne semaforiche, deve portare di norma un solo segnale. Quando è necessario, deve segnalare più pericoli o prescrizioni nello stesso luogo; è tollerato l'abbinamento di due segnali del medesimo formato sullo stesso sostegno.

#### 18.1.8 SUPPORTI IN LAMIERA

I segnali saranno costituiti in lamiera di ferro di prima scelta, dello spessore non inferiore a 10/10 di millimetro o in lamiera di alluminio semicrudo puro al 99% dello spessore non inferiore a 25/10 di millimetro (per dischi, triangoli, frecce e targhe di superficie compresa entro i 5,00 m<sup>2</sup>) e dello spessore di 30/10 di millimetri per targhe superiori ai metri quadrati 5 di superficie.

- Rinforzo perimetrale

Ogni segnale dovrà essere rinforzato lungo il suo perimetro da una bordatura di irrigidimento realizzata a scatola delle dimensioni non inferiori a 1,5 cm;

- Traverse di rinforzo e di collegamento

Qualora le dimensioni dei segnali superino la superficie di 1,50 m<sup>2</sup>, i cartelli dovranno essere ulteriormente rinforzati con traverse di irrigidimento piegate ad U dello sviluppo di 15 cm, saldate al cartello nella misura e della larghezza necessaria.

- Traverse intelaiature;

Dove necessario, sono prescritte, per i cartelli di grandi dimensioni, traverse in ferro zincate ad U di collegamento tra i vari sostegni.

Tali traverse dovranno essere complete di staffe ed attacchi a morsetto per il collegamento, con bulloni in acciaio inox nella quantità necessaria; le dimensioni della sezione della traversa saranno di 50 x 23 mm, lo spessore di 5mm, e la lunghezza sarà quella prescritta per i singoli cartelli.

La verniciatura di traverse, staffe, attacchi e bulloni dovrà essere eseguita come per i sostegni:

La zincatura delle traverse dovrà essere conforme alle norme C.E.I. 7 - fascicolo 239 (1968) sul controllo della zincatura;

- Congiunzioni diverse pannelli costituenti i cartelli di grandi dimensioni. Qualora i segnali siano costituiti da due o più pannelli, congiunti, questi devono essere perfettamente accostati mediante angolari anticorrosione da 20 x 20 mm, spessore 3 mm, opportunamente forati e muniti di un numero di bulloncini in acciaio inox da 1/4 x 15 sufficienti ad ottenere un perfetto assestamento dei lembi dei pannelli.

- Trattamento lamiere (preparazione del grezzo e verniciatura).

La lamiera di ferro dovrà essere prima decapata e quindi fosforizzata mediante procedimento di bondrizzazione al fine di ottenere sulle superfici della lamiera stessa uno strato di cristalli salini protettivi ancorati per la successiva verniciatura.

La lamiera di alluminio dovrà essere resa anche mediante carteggiatura, sgrassamento a fondo e quindi sottoposta a procedimento di fosfocromatizzazione e ad analogo procedimento di pari affidabilità su tutte le superfici.

Il grezzo dopo aver subito i suddetti processi di preparazione, dovrà essere verniciato a fuoco con opportuni prodotti, secondo il tipo di metallo.

La cottura della vernice sarà eseguita a forno e dovrà raggiungere una temperatura di 140 gradi.

Il resto e la scatolatura dei cartelli verrà rifinito in colore grigio neutro con speciale smalto sintetico.

#### 18.1.9 ATTACCHI

Per evitare forature, tutti i segnali dovranno essere muniti di attacchi standard (per l'adattamento ai sostegni in ferro tubolare diametro 48-60-90 mm), ottenuti mediante fissaggio elettrico sul retro di corsoio a "C", della lunghezza minima di 22 cm, oppure ricavati (nel caso di cartelli rinforzati e composti di pannelli multipli) direttamente sulle traverse di rinforzo ad U.

Tali attacchi dovranno essere completati da opportune staffe in acciaio zincato corredate di relativa bulloneria anch'essa zincata.

#### 18.1.10 SOSTEGNI

I sostegni per i segnali verticali, portali esclusi, saranno in ferro tubolare di diametro 60-90 mm chiusi alla sommità e, previo decapaggio del grezzo, dovranno essere zincati conformemente alle norme UNI 5101 e ASTM 123, ed eventualmente verniciati con doppia mano di idonea vernice sintetica opaca in tinta neutra della gradazione prescritta dalla direzione dei lavori.

Detti sostegni comprese le staffe di ancoraggio del palo di basamento, dovranno pesare rispettivamente per i due diametri sopra citati non meno di 4,2 e 8,00 kg/m.

#### 18.1.11 SOSTEGNI A PORTALE

I sostegni a portale del tipo a bandiera, a farfalla e a cavalletto saranno realizzati in lamiera di acciaio zincato a caldo, con ritti a sezione variabile a perimetro costante, di dimensioni calcolate secondo l'impiego e la superficie di targhe da installare.

La traversa sarà costituita da tubolare a sezione rettangolare o quadra e collegata mediante piastra di idonea misura.

I portali saranno ancorati al terreno mediante piastra di base fissata al ritto, da bloccare alla contropiastra in acciaio ad appositi tirafondi annegati nella fondazione in calcestruzzo.

L'altezza minima del piano viabile al bordo inferiore delle targhe è di 550 cm.

La bulloneria sarà in acciaio 8.8 con trattamenti Draconet 320.

#### 18.1.12 FONDAZIONI E POSA IN OPERA

La posa della segnaletica verticale dovrà essere eseguita installando sostegni su apposito basamento delle dimensioni minime di 30 x 30 x 50 cm di altezza in conglomerato cementizio dosato a quintali 2,5 di cemento tipo 325 per metro cubo di miscela intera granulometricamente corretta.

Il basamento dovrà essere opportunamente aumentato per i cartelli di maggiori dimensioni.

L'impresa dovrà curare in modo particolare la sigillatura dei montanti nei rispettivi basamenti prendendo tutte le opportune precauzioni atte ad evitare collegamenti non rigidi, non allineati e pali non perfettamente a piombo.

### 18.2 SEGNALETICA ORIZZONTALE IN VERNICE

#### 18.2.1 GENERALITÀ

La segnaletica orizzontale in vernice sarà eseguita con apposita attrezzatura traccialinee a spruzzo semovente.

I bordi delle strisce, linee arresto, zebraure scritte, ecc., dovranno risultare nitidi e la superficie verniciata uniformemente coperta.

Le strisce orizzontali dovranno risultare perfettamente allineate con l'asse della strada.

#### 18.2.2 PROVE ED ACCERTAMENTI

Le vernici che saranno adoperate per l'esecuzione della segnaletica orizzontale dovranno essere accompagnate da una dichiarazione delle caratteristiche, dalla quale dovranno risultare peso per litro a 25° C, il tempo di essiccazione, la viscosità, la percentuale di pigmento, la percentuale di non volatile, il peso di cromato di piombo o del biossido di titanio, il tipo di solvente da usarsi per diluire, la quantità raccomandata per l'applicazione della pittura e ogni altro requisito tecnico descritto nei precedenti articoli.

I contenitori prescelti per la prova dovranno risultare ermeticamente chiusi e dovranno essere etichettati con i dati necessari a identificare univocamente il campione.

Sull'etichetta si dovranno annotare i seguenti dati.

- descrizione;
- ditta produttrice;
- data di fabbricazione;
- numerosità e caratteristiche della partita;
- contrassegno;
- luogo del prelievo;
- data del prelievo;
- firme degli incaricati.

Per le varie caratteristiche sono ammesse le seguenti tolleranze massime, superate le quali verrà rifiutata la vernice:

- viscosità: un intervallo di 5 unità Krebs rispetto al valore dichiarato dal venditore nella dichiarazione delle caratteristiche.
- peso per litro: 0,03 kg in più o in meno.

Nessuna tolleranza è invece ammessa per il tempo di essiccazione, la percentuale di sfere di vetro, il residuo volatile ed il contenuto di pigmento.

#### 18.2.3 CARATTERISTICHE DELLE VERNICI

La vernice da impiegare dovrà essere del tipo rifrangente premiscelato e cioè contenere sfere di vetro mescolato durante il processo di fabbricazione, così che dopo l'essiccamento e la successiva esposizione delle sfere di vetro, dovute all'usura dello strato superficiale di vernice stessa sullo spartitraffico, svolga effettivamente efficiente funzione di guida nelle ore notturne agli autoveicoli, sotto l'azione della luce dei fari.

##### a) Condizioni di stabilità

Per la vernice bianca il pigmento colorato sarà costituito da biossido di titanio con o senza aggiunta di zinco, per quella gialla da cromato di piombo.

Il liquido pertanto deve essere del tipo oleo-resinoso con parte resinosa sintetica; il fornitore dovrà indicare i solventi e gli essiccanti contenuti nella vernice.

La vernice dovrà essere omogenea, ben macinata e di consistenza liscia ed uniforme, non dovrà fare crosta nè diventare gelatinosa o ispessirsi.

La vernice dovrà consentire la miscelazione nel recipiente contenitore, senza difficoltà, mediante l'uso di una spatola, a dimostrare le caratteristiche desiderate in ogni momento, entro sei mesi dalla data di consegna.

La vernice non dovrà assorbire grassi, olii ed altre sostanze tali da causare la formazione di macchie di nessun tipo e la sua composizione chimica dovrà essere tale che, anche durante i mesi estivi, anche se applicata su pavimentazione bituminosa, non dovrà presentare traccia di inquinamento da sostanze bituminose.

Il potere coprente della vernice deve essere compreso tra 1,2 e 1,5 m<sup>2</sup>/kg. (ASTM D 1738); ed il peso suo specifico non dovrà essere inferiore a 1,50 kg per litro a 25° C (ASTM D 1473).

#### b) Caratteristiche delle sfere di vetro

Le sfere di vetro dovranno essere trasparenti, prive di lattiginosità e di bolle d'aria e, almeno per il 90% del peso totale dovranno avere forma sferica con esclusione di elementi ovali, e non dovranno essere saldate insieme.

L'indice di rifrazione non dovrà essere inferiore ad 1,50 determinato secondo il metodo indicato nella norma UNI 9394-89.

Le sfere non dovranno subire alcuna alterazione all'azione di soluzioni acide saponate a pH 5-5,3 e di soluzione normale di cloruro di calcio e di sodio.

La percentuale in peso delle sfere contenute in ogni chilogrammo di vernice prescelta dovrà essere compresa tra il 30 ed il 40%.

Le sfere di vetro (premiscelato) dovranno soddisfare complessivamente alle seguenti caratteristiche granulometriche:

| - setaccio A.S.T.M.                      | % in peso |
|------------------------------------------|-----------|
| - perline passanti per il setaccio n.70  | : 100%    |
| - perline passanti per il setaccio n.140 | : 15-55%  |
| - perline passanti per il setaccio n.230 | : 0-10%   |

#### c) Idoneità di applicazione

La vernice dovrà essere adatta per essere applicata sulla pavimentazione stradale con le normali macchine spruzzatrici e dovrà produrre una linea consistente e piena della larghezza richiesta.

Potrà essere consentita l'aggiunta di piccole quantità di diluente fino al massimo del 4% in peso.

#### d) Quantità di vernice da impiegare e tempo di essiccamento

La quantità di vernice, applicata a mezzo delle normali macchine spruzzatrici sulla superficie di una pavimentazione bituminosa, in condizioni normali, dovrà essere non inferiore a chilogrammi 0,100 kg/ml di striscia larga 12 cm e di 1,00 kg per superfici variabili di 1,3 m<sup>2</sup> e 1,4 m<sup>2</sup>.

In conseguenza della diversa regolarità della pavimentazione ed alla temperatura dell'aria tra i 15° C e 40° C e umidità relativa non superiore al 70%, la vernice applicata dovrà asciugarsi sufficientemente entro 30-40 minuti dell'applicazione; trascorso tale periodo di tempo le vernici non dovranno staccarsi, deformarsi o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito.

Il tempo di essiccamento sarà anche controllato in laboratorio secondo le norme A.S.T.M. D/711-35.

#### e) Viscosità

La vernice nello stato in cui viene applicata, dovrà avere una consistenza tale da poter essere agevolmente spruzzata con la macchina traccialinee; tale consistenza, misurata allo stormer viscosimeter a 25° C espressa in umidità Krebs sarà compresa tra 70 e 90 (A.S.T.M. D 562).

#### f) Colore

La vernice dovrà essere conforme al bianco o al giallo richiesto.

La determinazione del colore sarà fatta in laboratorio dopo l'essiccamento della stessa per 24 ore.

La vernice non dovrà contenere alcuno elemento colorante organico e non dovrà scolorire al sole.

Quella bianca dovrà possedere un fattore di riflessione pari almeno al 75% relativo all'ossido di magnesio, accertata mediante opportuna attrezzatura.

Il colore dovrà conservare nel tempo, dopo l'applicazione, l'accertamento di tali conservazioni che potrà essere richiesto dalla stazione appaltante in qualunque tempo prima del collaudo e che potrà determinarsi con opportuni metodi di laboratorio.

#### g) Veicolo

Il residuo non volatile sarà compreso tra il 65% ed il 75% in peso sia per la vernice bianca che per quella gialla.

#### h) Contenuto di pigmenti

La pittura dovrà contenere pigmenti inorganici che abbiano una ottima stabilità all'azione dei raggi UV, una elevata resistenza agli agenti atmosferici e una limitata propensione all'assorbimento e alla ritenzione dello sporco.

I pigmenti contenuti nella pittura dovranno essere compresi tra il 35 ed il 45 % in peso (FTMS 141a-4021.1).

#### i) Contenuto di pigmenti nobili

Il contenuto di biossido di titanio (pittura bianca) non dovrà essere inferiore al 14% in peso e quello cromato di piombo (vernice gialla) non inferiore al 12% in peso.

#### l) Resistenza ai lubrificanti e carburanti

La pittura dovrà resistere all'azione lubrificante e carburante di ogni tipo e risultare insolubile ed inattaccabile alla loro azione.

#### m) Prova di rugosità su strada

Le prove di rugosità potranno essere eseguite su strade nuove in un periodo tra il 10° ed il 30° giorno dalla apertura del traffico stradale.

Le misure saranno effettuate con apparecchio Skid Tester ed il coefficiente ottenuto secondo le modalità d'uso previste dal R.D.L. inglese, non dovrà abbassarsi al di sotto del 75% di quello che presenta pavimentazioni non verniciate nelle immediate vicinanze della zona ricoperta con pitture; in ogni caso il valore assoluto non dovrà essere minore di 45.

### 18.3 SEGNALETICA ORIZZONTALE TEMPORANEA

#### 18.3.1 MATERIALI PREFORMATI RETRORIFRANGENTI

Il materiale in oggetto sarà costituito da un laminato elastoplastico autoadesivo, rimovibile per utilizzo temporaneo con polimeri di alta qualità, contenente una dispersione di microgranuli di speciale materiale ad elevato potere antisdrucchiolo e di microsfele ad alto indice di rifrazione tale da conferire al laminato stesso ottime proprietà retroriflettenti.

La resina poliuretanica, presente nella parte superiore del prodotto, dovrà assicurare un perfetto e durevole ancoraggio delle microsfele e delle particelle antiscivolo.

Il laminato dovrà contenere al suo interno uno speciale tessuto reticolare in poliestere che assicura un'elevata resistenza alla spinta torsionale esercitata dai veicoli, soprattutto, una facile e perfetta rimovibilità del laminato dalla pavimentazione.

Detto laminato dovrà risultare quindi sia riciclabile che distrutibile come rifiuto atossico; conforme alle normative europee sull'ambiente, considerato "prodotto non inquinante".

L'adesivo posto sul retro del preformato, dovrà permettere una facile e rapida applicazione del prodotto pur garantendone la non alterazione anche sotto elevati volumi di traffico.

Appena applicato, il laminato è immediatamente transitabile.

Il laminato oggetto della presente specifica dovrà avere i seguenti valori minimi iniziali di retroriflettenza  $R_L$  espressi in millicandele per metro quadrato per lux di luce incidente (mcd/mq x lux):

|                    |                                     |
|--------------------|-------------------------------------|
| - retroriflettenza | 600 mcd/lux x mq (geometria Ecolux) |
| - antiscivolosità  | 55 SRT                              |
| - spessore         | 1,5 mm                              |

I valori indicati sono del tipo Ecolux ma si potranno adottare anche i requisiti CEN derivanti dalla norma UNI EN 1436.

Per il suddetto materiale dovranno essere presentati certificati di antiscivolosità, rifrangenza di cui al presente capitolato attestanti che il prodotto elastoplastico è prodotto da azienda in possesso del sistema di qualità secondo le norme UNI EN 9000.